



ДЖ. Д. БЕРНАЛ.

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

ДЖ. Д. БЕРНАЛ

(К 50-летию со дня рождения)

И. Д. Рожанский

Профессор Дж. Д. Бернал — один из крупнейших учёных нашего времени — хорошо известен широким массам Советского Союза как последовательный и неустрешимый борец за передовую науку, служащую делу счастья человечества, а не силам войны и разрушения, как один из руководящих деятелей могучего движения современности — движения сторонников мира.

Джон Десмонд Бернал родился 10 мая 1901 г. в местечке Ненаг в Ирландии. Хотя большая часть его сознательной жизни протекала вне пределов его непосредственной родины — тем не менее детские, ещё чисто эмоциональные впечатления Бернала, впечатления, связанные с борьбой ирландского народа за независимость, оказали несомненное влияние на формирование миропонимания будущего учёного и общественного деятеля.

По окончании средней школы Бернал поступает в Эмануэль-колледж при Кэмбриджском университете. Он был восприимчивым и любознательным юношей, политически, правда, ещё совершенно неразвитым. По признанию самого Бернала, при поступлении в университет он едва ли мог объяснить значение слова «социализм» — так ещё далёк он был тогда от передовых общественно-политических идей современности.

Первое его соприкосновение с этими идеями относится как раз к годам его учения в Кэмбриidge. Необходимо признать, что, несмотря на всю затхлость царившей в Кэмбриidge атмосферы, несмотря на средневековые пережитки и традиции, столь характерные для этого, как и для другого крупнейшего английского университета — Оксфордского, свежий ветер великих событий всё же проникал за толстые университетские стены. Великая Октябрьская социалистическая революция всколыхнула широкие слои рабочего класса и передовой интеллигенции Англии. Молодая советская республика завоевала глубочайшие симпатии в сердцах

английских рабочих, нашедшие яркое выражение в событиях 1920 г., когда на национальной конференции политических и профессиональных рабочих организаций в Лондоне был образован «Комитет действия», задачей которого явилось противодействие агрессивной политике английского правительства по отношению к Советской России. Угроза всеобщей забастовки принудила английское правительство отказаться от вооружённой интервенции против Советской России. «Когда английское правительство предъявило нам ультиматум, то оказалось, что надо сперва спросить об этом английских рабочих», так комментировал эти события В. И. Ленин, сравнивший «Комитет действия» с ВЦИК периода Февральской революции 1917 г. (Ленин, Речь на IX Всероссийской конференции РКП(б) 22 сентября 1920 г., 4 изд., том 31, стр. 251).

Эти события находили отзвук и среди прогрессивной части студенчества Кэмбриджского университета. К этой части принадлежал тогда (в настоящее время хорошо известный советской общественности) прогрессивный английский деятель Айвор Монтегю. К ней принадлежал и будущий вице-председатель Всемирного Совета Мира, молодой студент Джон Десмонд Бернал.

В это же время определяются и основные контуры научных интересов Бернала. В 1922 г. он оканчивает университет и начинает специализироваться в области кристаллографии. Он пишет свою первую и притом самую объёмистую научную работу «Аналитическая теория 230 пространственных групп» (*Analytical Theory of the 230 Space Groups*). В отличие от основоположника теоретической кристаллографии, великого русского учёного Е. С. Фёдорова, давшего в 80-х годах прошлого века первый, в значительной степени базировавшийся на наглядных геометрических представлениях, вывод всех 230 пространственных групп — 230 геометрических законов, по которым могут располагаться атомы внутри кристаллов, — Бернал подходит к решению этого вопроса строго аналитически. Это, несомненно, сильно усложнило выкладки и сделало работу чрезвычайно громоздкой. По признанию Бернала, когда ему пришлось позднее возвратиться к этой работе, он сам едва был в состоянии разобраться в заполнявших её страницы сложных математических вычислениях. Этим и объясняется, прежде всего, тот факт, что эта первая работа Бернала осталась не опубликованной: при её рассмотрении было найдено, что она сможет представить интерес лишь для очень узкого круга специалистов и что поэтому расходы на её издание вряд ли смогут окупить себя. Но, независимо от этого, в научной биографии самого Бернала этой работе надо отвести очень важное место. В сущности, она явилась базисом для всех его дальнейших исследований в области рентгеноструктурного анализа. Она дала возможность Берналу уже с первых шагов его экспериментальной

деятельности чувствовать себя как дома в дремучем лесу сложных структурных соотношений.

Экспериментальная научно-исследовательская деятельность Бернала начинается в 1928 г. в лаборатории Дэви-Фарадея (Лондон) под руководством классика рентгеноструктурного анализа профессора Вильяма Брэгга — отца. В систему научного руководства В. Брэгга входило в качестве основного правила максимальное стимулирование собственной инициативы начинающих научных работников. Это выражалось в том, что пришедшему в лабораторию молодому человеку давалось определённое количество стеклянных трубок, медной проволоки и другого аналогичного «сырья», а всё остальное, включая самую сложную аппаратуру, он должен был научиться конструировать и изготавливать самостоятельно, своими собственными руками. Этую первоначальную школу физика-экспериментатора должен был пройти и Бернал. Именно таким путём была изготовлена рентгеновская установка с вращающимся кристаллом, с помощью которой Бернал выполнил свою первую экспериментальную работу по исследованию кристаллической структуры графита.

Уже в этой работе Бернал показал себя талантливым и в сущности зрелым экспериментатором. Эта работа внесла существенные коррективы в противоречивые результаты, полученные ранее с одной стороны Хэллом, а с другой Дебаем и Шеррером. В согласии с Хэллом было установлено, что графит имеет гексагональную решётку; с другой стороны, был подтверждён вывод Дебая и Шеррера о своеобразной слоистой структуре этого вещества. После работы Бернала структуру графита можно было считать полностью определённой; позднейшие исследования других авторов уже ничего, по существу, не прибавили к полученным в этой работе результатам.

Метод вращения кристалла, уже до этого успешно применявшаяся Ринне, Поляни и Шибольдом, был доведён Берналом до высокой степени совершенства. Он обладает рядом преимуществ по сравнению с ионизационным методом Брэгга, методом Лауз и порошковым методом Дебая-Шеррера. В своей фундаментальной работе, опубликованной в 1926 г., Бернал даёт подробное изложение этого метода, а также родственного ему метода качания кристалла. В работе содержится не только описание аппаратуры, применявшейся Берналом в лаборатории Дэви-Фарадея, и излагается общая идея этих методов, но также приводится подробная схема математических расчётов с приложением расчётных формул и графиков, использованных при вычислении индексов решётки. До настоящего времени эта работа остаётся одной из наиболее фундаментальных работ по методике рентгеноструктурного анализа.

Эти годы являлись годами быстрого роста Бернала как учёного. Одновременно они сыграли важную роль в формировании

и его общественно-политического самосознания. В это время в жизни Англии происходят важные события, ознаменовавшиеся, в частности, всеобщей забастовкой 1926 г. и последовавшей вслед за ней героической стачечной борьбой английских горняков, вызвавшей восхищение и симпатии у трудящихся всего земного шара. Реакционная антисоветская политика правительства Болдуина-Чемберлена встречает возмущение среди широких масс английского народа и в конце концов приводит к поражению консерваторов на выборах в парламент. Пришедшее на смену консерваторам лейбористское правительство Макдональда, вынужденное, под давлением общественного мнения, возобновить дипломатические отношения с Советским Союзом, продолжает проводить по существу ту же реакционную политику, лишь слегка замаскированную демагогическими фразами о «труде» и «социализме». Всё это не проходит мимо Бернала. Социальные проблемы всё больше и больше начинают волновать его. В частности, он начинает серьёзно задумываться над проблемой связи, существующей между наукой и явлениями общественной жизни, над проблемой места науки в современном обществе. В дальнейшем эта проблема становится центральной в его социологических и публицистических работах. Путь Бернала к марксизму — и это для него очень характерно — лежал именно через решение этой проблемы. Будучи принципиальным и последовательным мыслителем, Бернал не мог не прийти к выводу о гибельной роли капитализма для развития науки, о том, что только в плановом социалистическом обществе наука сможет занять достойное ей место, сможет служить не кучке стоящих у власти капиталистов, но подлинным интересам всего народа.

С 1927 г. Бернал работает в Кэмбриджском университете в должности лектора по структурной кристаллографии. Этот — второй Кэмбриджский — период в жизни Бернала обнимает собой десятилетие с 1927 по 1937 гг. Это десятилетие является наиболее плодотворным в научной биографии Бернала. Именно в эти годы он публикует важнейшие свои работы, выдвинувшие его в число ведущих физиков нашего времени.

Основная линия научной деятельности Бернала является вполне чёткой и определённой. Она лежит в области применения рентгеноструктурного анализа ко всё более широким классам неорганических, а затем органических веществ. Вызывает восхищение последовательность, с какой Бернал проводит свои исследования с этой области. Графит, металлы и сплавы, различные органические соединения, в том числе такие сложные, как стерины, витамины, половые гормоны, ряд веществ, образующих жидкые кристаллы, снова некоторые имеющие техническое применение неорганические вещества (например, некоторые силикаты), наконец, белки и вирусы — таков в самых общих чертах непол-

ный перечень объектов, подвергшихся изучению в лаборатории Бернала.

Мы уже видели, что первая экспериментальная работа Бернала была посвящена изучению структуры графита. Вслед за тем он публикует результаты произведённого им рентгенографического анализа различных модификаций бронзы. Эти результаты, полученные частично ещё в лаборатории Дэви-Фарадея, а частично — в лаборатории Минералогического факультета Кэмбриджского университета, показали, что принимавшиеся ранее формулы для этих соединений (Cu_4Sn для δ -бронзы, Cu_3Sn для γ -бронзы и CuSn для ϵ -бронзы) несовместимы с их кристаллической структурой и должны быть заменены другими, более сложными формулами.

Работа Бернала в области изучения структуры сплавов и интерметаллических соединений побудила его сделать ряд обобщений, относящихся к теории металлического состояния вообще. Эти обобщения изложены им в нескольких статьях, представляющих интерес не только своим содержанием, но и новым оригинальным подходом к решению рассматриваемой проблемы. Обычно в качестве основной характеристики металлического состояния берётся электропроводность, что объясняется, повидимому, тем, что до настоящего времени электрические свойства металлов привлекали внимание физиков больше, чем любые другие их свойства. Но если подойти к проблеме определения металлического состояния и классификации металлов с точки зрения механических, тепловых или химических свойств, то окажется, что металлы отнюдь не составляют резко изолированной от неметаллических веществ группы и в свою очередь распадаются на несколько классов. В своих работах, относящихся к 1929—1931 гг., Бернал подходит к изучению металлов именно со стороны этих «иных» свойств, обращая при этом особое внимание на связь, существующую между этими свойствами и кристаллической структурой как чистых металлов, так и сплавов и интерметаллических соединений.

Такой синтетический подход к решению проблемы металлов следует признать несомненно плодотворным. Он даёт возможность охватить всю совокупность имеющихся эмпирических данных и нащупать ряд общих закономерностей, позволяющих понять, почему данные конкретные вещества обладают такими-то, а не другими свойствами. К сожалению, инициатива Бернала не была поддержана физиками-теоретиками, увлекавшимися сложными математическими построениями на базе квантовой механики (типа зональных теорий Блоха и Пайерлса, «ячейстой» теории Вигнера-Зейца и т. д.), которые, несмотря на всю свою громоздкость, всё же не были в состоянии дать достаточно точного решения квантово-механической задачи. Грубо приближённые допущения, которые неизбежно делаются в этих теориях, ограничивают область

их применения в сущности всё теми же общими закономерностями, относящимися к гальваническим, гальваномагнитным и термоэлектрическим явлениям, которые нашли более или менее удовлетворительное объяснение ещё в классической электронной теории Друде-Зоммерфельда и полуklassической теории Я. И. Френкеля. Настоящей же теории металлов, теории, способной объяснить всю совокупность данных, относящихся в том числе к механическим, химическим и структурным свойствам металлов, мы до сих пор не имеем. Всё это позволяет думать, что работы Бернала, намечавшие (хотя и на основании чисто качественных соображений) принципиальное направление, по которому надо идти к созданию такой теории, далеко не заслуживают того забвения, которому они фактически были преданы.

Очень большое значение в развитии современных представлений о строении вещества имели работы Бернала по теории жидкого состояния. Первой из них явилась фундаментальная работа по теории воды и ионных растворов, выполненная Берналом совместно с Фаулером в 1932—1933 гг. Любопытны внешние обстоятельства, приведшие к появлению этой работы. Осенью 1932 г. Бернал и Фаулер возвращались в Англию из Советского Союза. По причине плохой, нелётной погоды они вынуждены были несколько часов провести на одном из московских аэропромов в ожидании вылета самолёта. Разговор о погоде, о дождях и туманах незаметно перешёл на проблему воды и её удивительных свойств. Несколько часов ожидания оказалось достаточным для того, чтобы детально обсудить все аспекты этой проблемы и наметить пути её решения. Всё, что было сделано потом, явились лишь доработкой и оформлением результатов этой почти вынужденной дискуссии.

В своей работе Бернал и Фаулер исходили из уже известных данных о строении молекулы воды и о кристаллической структуре льда. На основании изучения спектров поглощения водных паров было установлено, что молекула H_2O имеет V-образную форму с расстоянием OH, равным $\sim 0,96 \text{ \AA}$, и с углом $\angle \text{HOH} \cong 106^\circ$. С другой стороны, рентгенографическое изучение кристаллов льда показало, что при не слишком высоких давлениях лёд имеет тетраэдрическую структуру, при которой у каждой данной молекулы имеются четыре соседа, расположенных как бы в вершинах правильного тетраэдра, причём расстояние между соседними атомами кислорода оказалось равным $2,76 \text{ \AA}$.

Бернал и Фаулер предположили, что как в воде, так и во льду форма и внутримолекулярные расстояния молекулы H_2O остаются в основном неизменными (в отличие от модели Барнса, согласно которой атомы водорода располагаются во льду точно посередине между соседними атомами кислорода). Переход от льда к воде связан не просто с нарушением кристаллической

структур, а с её изменением. Согласно Берналу и Фаулеру жидкая вода имеет псевдокристаллическую структуру, причём эта структура не остаётся постоянной, а изменяется в зависимости от температуры. Так, в переохлаждённой воде и при температурах, близких к нулю (до $+4^{\circ}\text{C}$), господствует та же структура, что и у льда, так называемая «тридимитная» структура. При повышении температуры происходит перестройка этой структуры и превращение её в структуру «кварцеподобную», сохраняющую, впрочем, тетраэдрическую координацию. Эта структура характерна для воды в весьма значительном интервале температур. И лишь при высоких температурах и давлениях (приблизительно от 150°C и до критической точки) вода приобретает плотноупакованную структуру, подобную структуре идеальных жидкостей.

Исходя из этих предположений, Берналу и Фаулеру удалось дать теоретическую интерпретацию весьма большому количеству экспериментальных данных, относящихся к свойствам воды и водных растворов. В частности, удалось дать остроумное объяснение аномально большим подвижностям ионов H^+ и $(\text{OH})^-$ в водных растворах. Из теории Бернала и Фаулера следует, что эти ионы не просто движутся между молекулами воды, но, присоединяясь к ним, передают свои функции другим ионам, причём образуется нечто вроде эстафеты, значительно увеличивающей скорость передвижения этих ионов.

Теория Бернала — Фаулера не может считаться бесспорной во всех своих деталях. Многое в ней надо признать теперь уже устаревшим, уже не могущим объяснить некоторые новые данные, полученные за последние пятнадцать лет. Несмотря на это, её значение как весьма смелой и плодотворной концепции, ознаменовавшей собою новый этап в области изучения воды, — этого важнейшего из всех существующих в природе химических соединений — не подлежит никакому сомнению.

В тесной связи с теорией псевдокристаллической структуры воды лежит интерес Бернала к так называемым жидким кристаллам, т. е. к жидкостям, обладающим анизотропией, обусловленной их способностью образовывать «рои», т. е. большие группы молекул, ориентированных в определённом направлении. Внимание Бернала привлекает странное обстоятельство, что те вещества, которые в своей жидкой фазе являются жидкими кристаллами и усиленно изучаются как таковые, почти совершенно не подвергались изучению в своей твёрдой фазе. В связи с этим Бернал проводит рентгенографическое изучение ряда твёрдых кристаллов этих веществ и на основании полученных им данных выводит существенные заключения относительно тех условий, которым должны удовлетворять молекулы, способные объединяться в характерные для анизотропных жидкостей «рои». Эти условия свя-

заны как с характером анизотропии отдельных молекул, так и с наличием у последних определённым образом расположенных активных групп, являющихся источником специальных сил между молекулами. Эти силы обладают свойством давать молекулам жидкости определённую ориентацию, не изменяя, однако, свойств текучести этой жидкости. Результаты этих исследований были изложены Берналом на конференции по жидким кристаллам, организованной Фарадеевским обществом в 1933 г.

Проблема межмолекулярных сил, в особенности сил, действующих между сложными органическими молекулами, постоянно находится в сфере интересов Бернала. Существенный вклад в разработку этой проблемы внесён Берналом в его совместной с Мегау работе, посвящённой роли водорода в межмолекулярных силах. Ещё до этого Хэггинс, Паулинг и другие указывали на ту важную роль, которую играет в ряде случаев, например в воде, во многих органических соединениях и т. д. так называемая водородная связь, обусловленная атомом водорода, расположенным между двумя электроотрицательными атомами (например, атомами кислорода, фтора и т. д.). Бернал и Мегау вводят наряду с водородной связью понятие гидроксильной связи, обусловленной наличием двух атомов водорода, расположенных между атомами кислорода. Детальное обсуждение данных, относящихся к кристаллической структуре ряда веществ, в которых встречается гидроксильная связь, позволило Берналу и Мегау выяснить природу этой связи и её значение для строения вещества.

Из работ Бернала, связанных с проблемой жидкого состояния вещества, наиболее фундаментальной следует считать его чисто теоретическую работу «Молекулярная теория жидкостей», доложенную им на Эдинбургской конференции по структуре жидкостей и растворов (24—26 сентября 1936 г.). В этой работе Бернал делает смелую и интересную попытку дать чисто статистическую теорию жидкого состояния, основывающуюся на предпосылках самого общего характера.

Ограничиваясь для простоты случаем одноатомной жидкости или такой, молекулы которой можно считать имеющими сферическую форму, Бернал исходил из естественного предположения, что основное различие между твёрдым и жидким состояниями заключается в замене регулярной кристаллической структуры иррегулярностью положений молекул. Эта иррегулярность ограничивается, однако, общим условием, что молекулы в жидкости должны быть приблизительно плотноупакованными. Считая, что вероятность нахождения двух молекул на данном расстоянии r друг от друга не зависит от местоположения этих молекул в жидкости, но только лишь от абсолютной величины r , мы можем выразить эту вероятность с помощью введённой Дебаем и Принсом функции распределения $g(r)$.

Эта функция будет иметь ряд максимумов, значения которых соответствуют точным значениям радиусов r_1, r_2, \dots координационных сфер в твёрдом кристалле, где каждому из них соответствует строго определённое число молекул n_k . В жидкости значения n_k можно считать лишь наиболее вероятными значениями чисел молекул, находящихся от данной молекулы на расстояниях, приблизительно равных r_k . При этом функция распределения $g(r)$ может быть выражена следующей формулой:

$$g(r) = \sum_k g_k(r_k) = \sum_k \frac{n_k}{4\pi r_k^2} \sqrt{\frac{C}{r_k}} e^{-\frac{1}{\lambda^2} \left(\frac{r-r_k}{kT}\right)^2},$$

где C — постоянная, характеризующая физическую природу данной жидкости, а величина λ может рассматриваться как мера иррегулярности расположения молекул.

В таком виде эта формула была дана ещё Принсом (J. A. Prins, *Physica*, 3, 147, 1936); заслуга Бернала заключается в том, что он указал способ, с помощью которого можно вычислять эту функцию, пользуясь при этом лишь самыми общими геометрическими соображениями. При этом оказывается, что функция распределения молекул в жидкости зависит, в конечном счёте, лишь от трёх переменных: среднего числа N ближайших к данной молекуле соседей, среднего расстояния R между ближайшими соседями и от меры иррегулярности λ . Из всех конфигураций, определяемых с помощью этой функции распределения, устойчивой следует считать такую, для которой свободная энергия будет давать минимум при любых вариациях N, R и λ . С повышением температуры значения, дающие такой минимум, будут изменяться, координационное число N будет при этом, вообще говоря, падать, а иррегулярность распределения увеличиваться. Таким образом, в жидкости имеется бесконечная последовательность различных конфигураций; известное из термодинамики условие, что свободная энергия должна оставаться постоянной при переходе из одной фазы в другую, заменяется здесь условием минимума свободной энергии для всех конфигураций. Увеличение потенциальной энергии при переходе от низкотемпературных к высокотемпературным конфигурациям обусловливает наличие добавочного члена в выражении для теплоёмкости у жидкостей, который отсутствует у твёрдых тел.

Возникает естественный вопрос: нельзя ли построить ряд функций распределения, образующих континuum между строго упорядоченным и неупорядоченным состояниями? Короче говоря: может ли существовать непрерывный переход из твёрдого кристаллического состояния в жидкое? На основе чисто геометрических соображений Бернал показывает, что такой переход невозможен.

Далее Бернал делает попытку с помощью развитой им теории найти основу для классификации различных типов жидкостей. Для одноатомных жидкостей значение координационного числа и степень иррегулярности будут в основном определяться скоростью убывания взаимной потенциальной энергии молекул. В том случае, когда потенциальная энергия убывает медленно, координационное число будет большим, а иррегулярность малой. Это имеет место, например, в случае жидких металлов. Наоборот, для жидкостей, у которых потенциальная энергия убывает быстро с расстоянием между молекулами, координационное число будет принимать меньшие значения, а иррегулярность будет больше. Это относится, в частности, к идеальным газам. Для многоатомных жидкостей вступают в игру новые факторы: форма молекул и наличие или отсутствие направленных сил между ними. Распространение теории на эти более сложные случаи требует проведения значительно более запутанных вычислений. Вообще говоря, для создания общей теории жидкого состояния на указанной основе необходима разработка новой отрасли науки — статистической трёхмерной геометрии.

Приведённое краткое изложение берналовской теории жидкого состояния не исчерпывает, разумеется, всего её содержания. Но оно нам кажется достаточным для того, чтобы показать, что в лице Бернала современная наука имеет не только блестящего экспериментатора, но и крупного физика-теоретика. Следует при этом отметить, что оба эти качества сочетаются в нём в высшей степени гармонично.

Будучи совершенно чужд отвлечённому теоретизированию, Бернал не признаёт физической теории, которая была бы оторвана от эксперимента, от физической практики. В то же время в своей экспериментальной работе он очень требователен к выбору подлежащих исследованию объектов. Из практически безграничного множества веществ є ещё неизученной структурой Бернал отбирает только те, рентгенографическое исследование которых имеет принципиальное значение для решения основных научных и практических проблем нашего времени. Его экспериментальная деятельность не имеет ничего общего с полезным эмпиризмом, с кропотливым собиранием множества малосущественных данных, ценность которых является незначительной или в лучшем случае неочевидной.

Выше мы говорили о проведённых в начале научной деятельности Бернала исследованиях кристаллической структуры графита и металлических сплавов. Начиная с 1930 г., он концентрирует своё внимание на изучении структур сложных органических соединений, в первую очередь тех, которые имеют большое физиологическое значение. Ниже мы даём краткое перечисление его работ в этой области.

В 1931 г. Бернал публикует результаты проведённого им исследования ряда аминокислот и близких к ним соединений. Физиологическое значение аминокислот хорошо известно: они тесно связаны с белковыми веществами, являясь продуктом распада последних, и встречаются в животных и растительных организмах. Знание кристаллической структуры аминокислот существенно для интерпретации рентгенограмм ряда других важных веществ, входящих в состав организма.

К 1932—1937 гг. относится ряд работ Бернала и его сотрудников, посвящённых изучению структуры стеринов и близких к ним органических соединений. Стерины — это группа одноатомных полициклических спиртов, весьма распространённых как в животном, так и в растительном мире. В молекулах этих спиртов находятся четыре углеродных кольца, из которых три являются шестичленными, а одно — пятичленное. Наиболее распространённым представителем группы стеринов является холестерин, встречающийся почти во всех органах человеческого организма, но особенно в больших количествах в мозге и в веществе нервов. Стерины тесно связаны с группой жёлчных кислот, а также с половыми гормонами. Все эти вещества имеют сходную четырёхкольцевую основу.

До 1932 г. молекулярное строение этих соединений ещё не было точно установлено. Предложенная ранее Виндаусом и Виландом структурная формула для холестерина, включавшая в себя два шестичленных и два пятичленных кольца, не вполне согласовывалась с имевшимися экспериментальными данными; кроме того, она содержала в себе известный произвол (оставалось неясным положение боковых цепочек). В 1932 г. Розенгейм и Кинг (Англия) предложили другую структурную формулу, которая после небольших изменений получила всеобщее признание. Последнее является заслугой в первую очередь Бернала, который произвёл детальное изучение кристаллической структуры холестерина, эргостерина и других стеринов и показал, что старая формула Виндауса и Виланда несовместима с данными рентгенографического анализа, в то время как формула Розенгейма и Кинга этим данным ни в какой мере не противоречит.

Уже значительно позднее, в 1945 г., ученикам и сотрудникам Бернала — Карлейлю и Кроуфут — удалось определить сложную алифатическую структуру стеринов с помощью одного только рентгеноструктурного метода. Их данные полностью подтвердили формулу Розенгейма и Кинга в её окончательной редакции.

В дальнейшем Бернал и Кроуфут произвели исследования кристаллической структуры ряда половых гормонов, в том числе эстрона, андростерона, тестостерона, прогестерона, прогнандиола и других. Эти исследования имели значение не только в целях проверки правильности предлагавшихся для этих соединений

структурных формул, но также в целях сопоставления различий в структурных формулах с различиями в кристаллическом строении этих веществ. Последнее было тем более интересно, что эти вещества обнаружили очень большое разнообразие кристаллических структур. Это давало возможность на основании их изучения сделать ряд весьма ценных выводов о характере и действии межмолекулярных сил в сложных органических соединениях.

К этой же группе работ следует отнести и изучение структуры кристаллических витаминов, проведённое Берналом в эти же годы. Это было тем более естественно, что химическое строение некоторых из витаминов (например, витаминов D) лишь незначительно отличается от химического строения стеринов. И в данном случае выбор объекта исследования не являлся для Бернала случайным; помимо своего теоретического значения, исследование витаминов было теснейшим образом связано с насущнейшими практическими проблемами современной биохимии, физиологии и медицины.

Нетрудно понять, что при свойственном ему интересе к вопросам, представляющим наиболее важный теоретический и практический интерес, Бернал не мог пройти мимо одной из центральных и сложнейших проблем современной науки — проблемы белка. И, действительно, все перечисленные выше исследования сложных органических структур явились в сущности лишь подготовительным этапом к проведению большой работы по рентгенографическому изучению белковых веществ, проводившейся Берналом и его сотрудниками во второй половине 30-х годов и возобновлённой ими в послевоенное время.

По свидетельству самого Бернала, начало этой работы было обвязано в известной мере случайности. В 1934 г. один из его коллег-физиологов, проходя через лабораторию Сведберга в Уppsеле, случайно заметил в шкафу колбу с каким-то блестящим веществом. Это был кем-то забытый и самопроизвольно выкристаллизовавшийся препарат пепсина — фермента желудочного сока, играющего большую роль в процессе пищеварения. Вспомнив об интересе Бернала к органическим кристаллам, его знакомый взял немного вещества в пробирку и доставил последнюю в Англию. Бернал отделил кристаллы и снял рентгенограмму, которая, однако, не дала ничего, кроме неопределённого почернения. Отрицательный результат этот не был, впрочем, неожиданным: многие исследователи до этого пытались, хотя и столь же безуспешно, получить рентгенограммы белковых кристаллов. Это указывало на полное нарушение структуры белкового кристалла при высушивании последнего. Необходимо было избежать этого нарушения, что действительно и было достигнуто путём рентгенографического исследования кристаллов пепсина, помещённых в тонкую трубочку с маточным раствором. Первая же фотография,

полученная таким образом, дала очень чёткую картину распределения пятен, на основании которой уже можно было сделать ряд ценных заключений. Были определены размеры элементарной ячейки кристаллов пепсина, и получено значение молекулярного веса этого вещества, которое оказалось очень близким к значению, полученному ранее Сведбергом с помощью ультрацентрифуги. Изучение интенсивности пятен на рентгенограмме показало, что белковые молекулы являются относительно плотными глобулярными образованиями, отделёнными друг от друга пространством, заполненным водой. Можно было также установить, что расположение атомов внутри молекулы имеет строго определённый характер, хотя и без той периодичности, которая характерна для цепочкообразных белков типа миозина или кератина.

Так был открыт путь приложения методов рентгеноструктурного анализа к изучению строения кристаллических белков. В дальнейшем Бернал и его сотрудники — Кроуфт, Перутц, Фанкухен, Карлейль — получают рентгенограммы большого числа кристаллических белков, в том числе инсулина, гемоглобина, химотрипсина и ряда других. Трудность задачи заключалась, однако, в интерпретации этих рентгенограмм. Молекулы белка по степени сложности во много раз превосходят все другие, даже наиболее сложные органические соединения. Простейшая молекула белка содержит не менее 1000 атомов, а молекулы больших размеров, но всё ещё способные кристаллизоваться — несколько миллионов атомов. Рентгенограммы кристаллических белков обнаруживают сотни и тысячи пятен различной интенсивности; даже чисто качественный анализ этих рентгенограмм необычайно труден, не говоря уже о проведении вычислений, необходимых для полного определения структуры белковой молекулы.

Всё же на основании изучения этих рентгенограмм удалось вывести ряд важных заключений относительно общей природы белковых молекул. Правильность кристаллической структуры изучавшихся белков показала, что белковые молекулы должны обладать высокой степенью упорядоченности. Было выяснено, что упорядоченность структуры белковых молекул сохраняется вплоть до атомных размеров. Молекула белка оказалась точно измеримой, причём были уточнены значения, полученные ранее другими методами.

Элементарная ячейка кристаллических белков оказалась способной сильно изменять свои размеры при высушивании (причём в некоторых случаях уменьшение объёма ячейки достигало 50%). Измерения, проведённые учеником Бернала Перутцем уже в послевоенное время, показали, что внутренняя структура молекулы белка не изменяется при гидратации, другими словами, что она лишена воды, не набухает и взаимодействие её с водой имеет место лишь на поверхности. Уменьшение размеров ячейки объяс-

няется, таким образом, не сокращением самих белковых молекул, но исчезновением разделяющего молекулы водного промежутка. В каждой элементарной ячейке содержится лишь очень небольшое число белковых молекул (2, 4 или 8).

Значительно большие трудности представило выявление внутренней структуры белковой молекулы. Тот же Перутц выполнил очень сложную работу по изучению кристаллов метгемоглобина лошади, причём были измерены интенсивности 8000 рентгеновских отражений. При проведении вычислений необходимо было помножить каждую из нескольких тысяч величин интенсивностей в отдельности примерно на 4000 различных геометрических факторов и прибавить к результатам фактор, зависящий от времени. Эти расчёты, которые заняли бы столетия при обычных методах, были произведены при помощи счётных машин за 2—3 месяца. При помощи же новых электронных машин, построенных в лаборатории Бернала его сотрудником Бутсом, их можно выполнить за несколько дней. В настоящее время в лаборатории Бернала ведётся дальнейшая работа по конструированию и изготовлению электронных счётных машин, которые оказываются совершенно незаменимым орудием исследования на данном этапе развития рентгеноструктурного анализа.

Так или иначе, окончательное разрешение проблемы белка — не за горами. Над этим работают в настоящее время многие учёные и в первую очередь — учёные Советского Союза. Но совершенно неоспоримым является громадный вклад, внесённый в разрешение этой проблемы работами школы Бернала в области рентгенографического изучения структуры белковых соединений.

Впрочем, кристаллические белки оказались ещё не самыми сложными из тех объектов, которые попали в поле внимания Бернала. Необходимо также остановиться на его исследованиях в области структуры растительных вирусов. В 1935 г. Боуден и Пири и одновременно с ними Стэнли изолировали в явно кристаллической форме препарат вируса табачной мозаики. Рентгенографическое исследование этого препарата было проведено Берналом, причём оказалось, что вирус табачной мозаики состоит из длинных стержней, параллельных и равноотстоящих друг от друга. Сечение плоскостью, перпендикулярной к большой оси этих стержней, даёт правильную гексагональную двухмерную решётку, наоборот, в направлении большой оси никакой заметной регулярности не наблюдается. Расстояние между стержнями зависит от степени концентрации препарата. Так, в сухом веществе оно оказывается равным 152 \AA , во влажном состоянии это расстояние сильно увеличивается, причём правильность структуры хорошо сохраняется в пределах до 400 \AA , что указывает, повидимому, на наличие сил, действующих на больших расстояниях. Было также установлено, что белок, из которого главным образом состоит

вирус, в основном лишен воды и имеет правильную внутреннюю структуру.

В дальнейшем Берналом и его сотрудниками были исследованы кристаллы нескольких других растительных вирусов, как, например, вируса ростовой болезни помидоров, вируса некроза табака, жёлтого вируса репы и т. д. Эти вирусы, в отличие от вируса табачной мозаики, образуют трёхмерные кристаллические решётки. Был получен также ряд других сведений о структуре кристаллических вирусов, имеющих большое значение для понимания природы этих образований, лежащих на грани органического и неорганического миров. Работы в области изучения вирусов проводились Берналом перед войной, но были затем возобновлены в послевоенное время.

На этом мы закончим обзор научной деятельности Бернала-физика. Мы видим, что уже к середине 30-х годов он становится одним из ведущих физиков нашего времени. В Англии оценка его научных заслуг выразилась в акте избрания его в 1937 г. в члены Королевского общества. В этом же году Бернал уходит из Кембриджского университета, где в течение десяти лет он занимал должности сначала лектора, а затем помощника руководителя научно-исследовательской работой по кристаллографии, и возглавляет кафедру физики в Биркбекском колледже Лондонского университета. Здесь он развивает не только большую научно-исследовательскую, но и научно-организационную деятельность, которая, однако, была внезапно прервана разразившейся в 1939 г. второй мировой войной.

Прежде чем перейти к изложению деятельности Бернала в годы войны, будет, как нам кажется, не лишним дать краткую характеристику его философских и социологических взглядов.

30-е годы явились годами быстрого роста Бернала не только как физика, но и как философа-марксиста. Выше мы уже указывали на то, что изучение произведений классиков марксизма открыло перед Берналом новые, широкие горизонты. При этом Бернал не ограничивается пассивным изучением трудов Маркса и Энгельса, но творчески применяет марксизм к проблеме, представляющей для него наибольший интерес — к проблеме положения науки в человеческом обществе, к проблеме социальной функции науки. В течение ряда лет Бернал со свойственной ему основательностью разрабатывает эту проблему, привлекая при этом громадный фактический материал из области истории науки и техники.

Помимо ряда статей на эту тему, в разное время опубликованных Берналом в периодической печати, в 1939 г. выходит в свет его капитальное сочинение «Социальная функция науки», в котором он подытоживает важнейшие результаты своих исследований в этой области. Книга эта, несколько раз переиздавав-

шаяся, заслуживает всяческого внимания также и советских философов-марксистов, в особенности в связи с происходящими в настоящее время дискуссиями по вопросу о месте и роли науки в человеческом обществе.

В своей книге Бернал рассматривает развитие науки не оторванно от практической деятельности человека, а в связи с ней, в связи с развитием орудий труда, ремёсел и техники. «Современная наука, пишет Бернал, — имеет двоякое происхождение. С одной стороны, она ведёт своё начало от спекуляций мага, жреца или философа, с другой же — от практических операций и традиционных навыков ремесленника. До настоящего времени первому аспекту науки уделялось гораздо большее внимание, чем второму, в результате всё развитие науки представлялось имеющим более чудесный характер, чем это было на самом деле. Взаимосвязь теоретической и практической деятельности человека даёт нам ключ к пониманию истории науки» *).

Бернал опровергает версии буржуазных учёных о том, что целью науки является якобы не зависящее от практических потребностей человека «чистое» знание. На материале всей многовековой истории науки он убедительно показывает, что основным стимулом научных открытий всегда были материальные потребности общества, а средствами, с помощью которых эти открытия производились, — материальные инструменты, теснейшим образом связанные с общим техническим уровнем, господствующим в данной стране и в данную эпоху.

Бернал указывает, что развитие капиталистического способа производства первоначально оказалось благотворное влияние на прогресс науки. В связи с этим, ещё 100 лет тому назад наука рассматривалась как «благороднейший продукт человеческого ума, как наиболее многообещающий источник материальных благ для человечества». Но в XX веке, в эпоху загнивания капитализма, картина существенно изменилась. Капитализм использует науку в алчных целях наживы, порабощения свободолюбивых народов, усиления эксплуатации трудящихся. Новые методы производства в странах капитализма вызывают безработицу и обусловливают нужду и бедность миллионов. Новые виды оружия приводят к массовому уничтожению людей и материальных ценностей. Всё это вызвало большую сумятицу в умах учёных капиталистических стран и повлияло на отношение людей к науке. Начали раздаваться голоса в пользу замедления или полной остановки научного прогресса. Пышным цветом расцвели антиинтеллектуализм и мистицизм отрицающие ценность научного знания.

Это объясняет актуальность постановки вопроса — в чём же заключается социальная функция науки?

*) «The Social Function of Science», London, 1943.

Бернал указывает, что ответа на этот вопрос нельзя получить, не выходя за пределы самой науки. Он подчёркивает, что его исследование будет поэтому иметь не столько отвлечённо-философский, сколько экономический и социологический характер.

Опираясь на фактическими данными, Бернал показывает, что в современном капиталистическом обществе наука может существовать и развиваться, лишь поскольку она приносит прибыли финансирующим её лицам и организациям. В результате учёные становятся платными приказчиками монополистических объединений. Научно-исследовательская работа оказывается заключённой в весьма узкие рамки, определяемые интересами фирмы. Наблюдается тенденция сознательно задерживать слишком быстрый технический прогресс; изобретения и усовершенствования кладутся под сукно, поскольку их немедленная реализация оказывается капиталистам невыгодной.

С приходом к власти фашизма в ряде стран самое существование науки оказывается под угрозой. В фашистских государствах наука допускается лишь как средство подготовки и орудие агрессивной войны и империалистического разбоя. В остальном она оказывается ненужной и заменяется мистическим бредом расовых «теорий».

Мрачной картине упадка и разложения науки в странах империалистического лагеря Бернал противопоставляет невиданные в истории темпы научного прогресса в Советском Союзе. По мнению Бернала, расцвет научно-исследовательской работы в СССР объясняется двумя важнейшими причинами. Первая заключается в том, что основной целью советской науки является повышение материального и культурного уровня населения, благосостояния народа. Вторая определяется плановым характером советской науки, в результате которого советские учёные и научно-исследовательские учреждения работают не изолированно и не над случайной тематикой, а в тесной координации друг с другом, направляя свои усилия на решение основных, принципиальных проблем науки. И та и другая особенности советской науки немыслимы в капиталистических странах; обе они могут быть реализованы лишь в государстве нового типа в условиях плановой социалистической экономики.

На примере советской науки Бернал показывает, какими должны быть положение и роль науки в человеческом обществе. При правильной социальной и экономической организации общества современная наука даёт в руки человеку огромные возможности. Она обеспечивает нас средствами удовлетворения наших материальных потребностей. Она даёт нам также ключ к пониманию процессов, происходящих в самом обществе. Тем самым, в лице марксистской теории, наука становится не только мощным

фактором исторического развития, но и средством сознательного преобразования общественного строя.

Помимо «Социальной функции науки», Бернал публикует ряд менее крупных работ публицистического и философского содержания. Некоторые из этих работ были опубликованы в 30-х годах, другие же увидели свет в годы войны или в послевоенное время. Большинство этих работ было объединено вместе и издано отдельной книгой под заглавием «Свобода необходимости»*). В таких работах, как «Энгельс и наука», «Диалектика природы» Энгельса, «Диалектический материализм», «Век марксизма» и других Бернал выступает в качестве пропагандиста философии диалектического материализма, показывая, что только эта философия совместима с данными современной науки, что только она обеспечивает методологически правильный и единственно плодотворный подход к изучению процессов, происходящих в природе и обществе.

Вторая мировая война на несколько лет выключила Бернала из сферы чисто научной деятельности. Отчётливо сознавая смертельную опасность, угрожавшую человечеству со стороны фашистского варварства, Бернал весь свой талант и научный опыт, всю сумму своих знаний отдаёт делу борьбы с гитлеровской Германией. В первый период войны, будучи членом Научно-исследовательского комитета гражданской обороны при Министерстве внутренней безопасности, Бернал работает над проблемой защиты от воздушных бомбардировок. Он изучает действие взрывной волны на человеческий организм, строения и различного рода материалы (некоторые результаты этих исследований изложены в переведённой на русский язык статье Бернала «Физика воздушных налётов», УФН 26, 169, 1944). Используя методы математической статистики, Бернал разрабатывает пути предсказания наиболее вероятного масштаба разрушений, вызываемых воздушными налётами. Так, взяв в качестве примера среднего английского города Ковентри, Бернал предсказывает тот объём повреждений, который мог бы быть причинён этому городу в результате налёта 500 немецких бомбардировщиков. Спустя некоторое время, Ковентри действительно подвергается известному налёту, в котором принимали участие 450 бомбардировщиков. Увы, Бернал оказался прав в своих вычислениях возможных последствий подобного налета**).

В дальнейшем Бернал консультирует Министерство авиации по вопросам, связанным с проведением воздушных налётов на промышленные центры Германии. А в 1943 г. он назначается научным консультантом при Командовании комбинированных опе-

*) J. D. Bernal, «The Freedom of Necessity», London, 1949.

**) J. G. Crowther and R. Whiddington, «Science at War», London, 1947, p. 99.

раций и принимает активное участие в подготовке вторжения англо-американских войск в Нормандию.

Участие Бернала в войне было участием сознательного учёного-антифашиста, участием человека, который понимает, против кого и за что он борется. Он прекрасно сознаёт, что цели, которые преследует в этой войне английская буржуазия, ничего общего не имеют с чаяниями народов, борющихся с фашизмом во имя мира, свободы и демократии. «Правящий класс нашей страны,— пишет Бернал,— начал войну не для того, чтобы спасти демократию; его представители не знают, что такая демократия, а если бы и знали, то она не нравилась бы им. Они начали войну, чтобы сохранить своё положение, свои кошельки и свою шкуру»^{*)}.

В этой же статье, написанной в 1942 г., Бернал возмущается медлительностью, проявляемой западными державами в развертывании военных действий и в частности в открытии второго фронта. «Вся наша стратегия, а равно и тактика в этой войне носят на себе печать неповоротливости и медлительности. В течение восемнадцати месяцев мы не сумели оказать помощь единственному союзнику, который может сопротивляться и который действительно сопротивляется нацистам. Это делается, якобы, из тактических соображений; нам говорят, что мы были не готовы и сейчас всё ещё не готовы к открытию второго фронта в Европе. При таком положении дел и при тех людях, которые являются руководителями, нет гарантий, что мы навсегда не останемся в таком же состоянии».

По окончании войны Бернал возвращается к научной деятельности мирного времени. В качестве профессора физики Биркбекского колледжа он возглавляет большую научно-исследовательскую группу, в значительной степени состоящую из его учеников и сотрудников довоенного времени. Он развертывает прерванную войной работу в области рентгенографического изучения структур сложных органических соединений, в частности белков и вирусов. Основные, опубликованные к настоящему времени результаты этой работы изложены нами выше. Кроме исследований в области рентгеноструктурного анализа, относящихся к сфере личных интересов самого Бернала, он руководит работой своих сотрудников также и в других областях физики и притом столь различных, как космические лучи, оптика, полупроводники и т. д.

Из работ, в которых Бернал сам принимает непосредственное участие, следует упомянуть работу по рентгенографическому изучению цемента и других строительных материалов, проводящуюся в его лаборатории в течение нескольких последних лет. Эта работа, имеющая чисто прикладной характер, тесно связана

^{*)} «The Freedom of Necessity», London, 1949, pp. 66, 67.

с научно-организационной деятельностью Бернала в качестве председателя созданного в Англии после войны Научно-консультативного комитета по вопросам жилищного строительства. Изучая применяющиеся в гражданском строительстве материалы, Бернал не ограничивается исследованием их механических и физических свойств и установлением связи этих свойств с особенностями структуры соответствующих материалов. Со свойственной ему основательностью, Бернал глубоко вникает во все аспекты гражданского строительства, включая проблему экономии строительных материалов, проблему механизации строительных работ, проблему рационализации трудовых процессов при этих работах и т. д., и т. п.

Впрочем, интерес к вопросам строительства и архитектуры не был для Бернала новым. Еще в 1937 г. он опубликовал интересную статью «Архитектура и наука» *), в которой отметил три основных аспекта архитектуры, сближающих последнюю с точными науками. Первый из них — аспект чисто художественный — связывает архитектуру с математическими проблемами симметрии. Второй аспект, выражавшийся в наиболее рациональной планировке архитектурных ансамблей и отдельных зданий, тесно примыкает к проблемам топологического характера. Наконец, третий аспект архитектуры — выбор и использование строительных материалов — немыслим в настоящее время без тесной кооперации с научно-исследовательской работой в области физики и химии этих материалов. В дальнейшем Бернал вновь и вновь возвращается к проблеме взаимоотношения архитектуры и строительного дела с одной стороны, современной науки — с другой **).

Надо подчеркнуть, однако, что в условиях послевоенной Англии эта сторона деятельности Бернала осталась в значительной степени платонической. Намечавшаяся вначале программа гражданского строительства была затем резко свёрнута и фактически законсервирована лейбористским правительством, вставшим в соответствии с приказаниями, полученными им от заокеанских хозяев, на путь гонки вооружений и подготовки новой мировой войны. В настоящее время в Англии полностью прекращены работы не только по строительству новых зданий, но даже по восстановлению того, что было разрушено в годы войны. Во время своих последних посещений Советского Союза Бернал не устает подчёркивать бросающийся в глаза резкий контраст между бурным размахом строительства в стране социализма и тем застоем

*) «Architecture and Science», Journal R. I. B. A., June 1937.

**) Можно указать на статьи: «Science in Architecture», «Organization of Building Science», «The Place of Traditional and New Forms in Constitution», «Is Town Planning a Science?», «What Science could do for the Building industry», опубликованные в различных английских журналах в 1940—1947 гг.

и регрессом, который характерен в области строительного дела для стран марshallизованной Европы.

Являясь одним из активнейших деятелей Общества англо-советской дружбы и возглавляя научную секцию этого Общества, Бернал неустанно пропагандирует огромные успехи советского народа, строящего светлое коммунистическое будущее. Он выступает со статьями и докладами о Советском Союзе, о совершающихся в советской стране великих преобразованиях, о достижениях советской науки, разоблачая ложь и клевету буржуазных писак, пытающихся всеми средствами очернить страну социализма и ввести в заблуждение широкие массы трудящихся капиталистических стран. С особым интересом Бернал относится ко всему новому, передовому, что выдвигается советской наукой. Так, после исторической сессии ВАСХНИЛ, посвящённой положению в биологической науке, Бернал заявляет о своей поддержке мичуринского учения в биологии и затем в ряде выступлений обосновывает свою позицию в этом вопросе, доказывая прогрессивность мичуринского учения и бесплодность идеалистической формальной генетики. Подлинный друг русского народа, Бернал неоднократно выступает в качестве поборника русского приоритета в науке и технике. Он живо интересуется историей науки и культуры как русского народа, так и других народов Советского Союза. Будучи прекрасным знатоком археологии и истории материальной культуры, он чрезвычайно высоко оценивает громадную работу, проводящуюся в этой области советскими учёными. Из работ Бернала по истории русской науки следует упомянуть его статью о Ломоносове, опубликованную в 1940 г. и являвшуюся плодом глубокого изучения трудов великого русского учёного*).

Бернал является вице-председателем прогрессивной Всемирной федерации научных работников (председателем которой является проф. Ф. Жолио-Кюри) и в качестве такового ведёт большую работу по установлению контакта и взаимопонимания между прогрессивными учёными различных стран и по их сплочению в борьбе за мир и передовую науку.

Деятельность в защиту мира сделала имя Бернала хорошо известным всему прогрессивному человечеству. Он был в числе делегатов Вроцлавского конгресса деятелей культуры в 1948 г., а затем в качестве члена Международного комитета связи деятелей культуры принял активное участие в подготовке Первого Всемирного конгресса сторонников мира, состоявшегося 20—25 апреля 1949 г. в Париже и одновременно в Праге.

Парижский конгресс избирает Бернала в состав Постоянного комитета Всемирного конгресса сторонников мира. Он становится

*) M. V. Lomonosov (1711—1765), Nature, 6-th July, 1940.

одним из вице-председателей Бюро этого комитета и в дальнейшем участвует в работе всех его сессий.

Бернал не был допущен правительством США на конгресс американских деятелей науки и культуры, состоявшийся в марте 1949 г. в Нью-Йорке. Зато, по приглашению общественных организаций Советского Союза, он приезжает в августе 1949 г. в Москву в качестве гостя Первой Всесоюзной конференции сторонников мира. Это был первый приезд Бернала в Советский Союз после окончания войны. Советская общественность встречает выдающегося учёного как своего старого и дорогого друга.

Бернал приветствует конференцию от имени Всемирной федерации научных работников и в своей смелой речи выступает со страстным разоблачением англо-американских поджигателей войны. «В капиталистических странах,— заявил Бернал,— судьбы науки находятся в руках тех, чья цель состоит в том, чтобы уничтожать и мучить людей во имя увеличения и сохранения своих собственных прибылей. Об этом можно судить по выбору оружия, которое они предпочитают. Это—не оружие равных противников, а оружие, направленное на разрушение и уничтожение городов и полей, на отравление женщин и детей».

Как уместно звучат эти слова сейчас, в свете кровавых злодеяний, совершаемых американскими агрессорами и их сателлитами в Корее!

«В Соединённых Штатах скоро станет фактом,— продолжает Бернал,— что только тот, кто является сейчас и всегда был раньше открытым врагом Советского Союза, будет допускаться к преподаванию и научно-исследовательской работе. Великобритания покорно следует по этому пути... Фактом является и то, что, находясь в распоряжении загнивающего капитализма, наука никогда не может быть применена с пользой для человечества; она может приводить только к увеличению эксплоатации и безработицы и к кризисам и войне. Не удивительно, что эти обстоятельства вызывают в капиталистических странах реакцию против науки, даже в среде самих учёных. При капитализме война отравляет науку...» И дальше: «При капитализме наука приносит не счастье, а разрушение. Учёный утратил свою свободу, он является рабом своих потерявших рассудок хозяев».

Где же выход? Бернал указывает его.

«Как быть? Я слышу ответ на этот вопрос вокруг себя в этом зале, я вижу его на улицах Москвы, в цветении новых садов и парков, во всём гигантском процессе строительства, которое ведёт Советский Союз. Я слышу ответ на этот вопрос в речи академика Вавилова, в речи президента Узбекской Академии наук, во всех речах представителей Советского Союза и стран народной демократии, Китая и Кореи. Здесь наука больше не является прислужницей капиталистам,— она является собственностью

всего народа. Всё это должны понять народы во имя красоты и счастья, которые будут обретены общими усилиями всех людей...

«Вот почему я так горд, что могу приветствовать от имени научных работников и борцов за мир во всём мире великий советский народ, который своим героизмом спас науку и обеспечил её будущее для человечества, и вместе с народом его великого вождя и защитника мира и науки — товарища Сталина».

(Бурные, продолжительные аплодисменты.)

Выступление Бернала на Всесоюзной конференции сторонников мира вызвало яростный вой английской буржуазной печати. Британская ассоциация развития науки, намечавшая избрать Бернала в состав своего совета, отложила это избрание под влиянием поднявшейся против Бернала травли.

Однако мужество и решимость учёного-борца остались непоколебленными. Возвратившись из Советского Союза, Бернал с ещё большей энергией и самоотверженностью продолжает свою благородную деятельность в защиту мира. Он принимает активное участие в работе Стокгольмской сессии Постоянного комитета Всемирного конгресса сторонников мира, принявший 19 марта 1950 г. историческое воззвание о запрещении атомного оружия и об объявлении военным преступником того правительства, которое первым применит это оружие против какой-либо страны. На втором Всемирном конгрессе сторонников мира, состоявшемся 16—21 ноября 1950 г. в Варшаве, Бернал избирается в состав Всемирного совета мира в качестве вице-председателя Бюро Совета.

Указом от 27 декабря 1950 г. Президиум Верховного Совета СССР утверждает состав Комитета по международным Сталинским премиям «За укрепление мира между народами», учреждённым в честь семидесятилетия великого борца за мир товарища И. В. Сталина. С большим удовлетворением узнали советские люди о том, что в числе других выдающихся деятелей науки и культуры в состав этого Комитета вошёл и проф. Бернал. В апреле этого года в Москве происходили заседания Комитета, вынесшего решение о присуждении первых международных Сталинских премий семи выдающимся деятелям, представителям демократических сил различных стран мира. По окончании работы Комитета, уезжая из Москвы, Бернал писал:

«В дни, когда над человечеством вновь нависает угроза войны, какой прилив бодрости испытываешь, посетив Советский Союз, где ничто не отвлекает народ от мирного строительства и творческого использования науки.

С того времени, когда я был в Советском Союзе прошлый раз, прошло 18 месяцев. Теперь я приехал в Москву, чтобы принять участие в присуждении международных Сталинских премий

мира. Вновь передо мной предстала миролюбивая страна. На всей жизни её лежит печать мудрости великого Сталина, имя которого стало символом стремления к миру всего прогрессивного человечества.

Приезжая из стран, где мирные научные начинания кладутся под сукно, где подавляется любая научная деятельность, кроме той, которая обслуживает военные цели, с особой силой ощущаешь оптимизм и веру в будущее людей советской науки и техники...

Твёрдая уверенность советского народа в том, что великий учитель Сталин ведёт и приведёт к миру,—эта уверенность вдохновляет и другие народы. В нас, работниках науки, она укрепляет надежду, что придёт время, когда люди, вооружённые научным знанием, будут воевать только с природой, а не друг с другом »*).

В августе этого года Бернал в числе других 18 видных английских учёных подписал призыв ко всем учёным поддержать недавно созданный в Англии комитет «Наука в борьбе за дело мира». «Нам сейчас грозит опасность третьей мировой войны,—говорится в этом призыве,—и мы полны решимости сделать всё, что сможем, как учёные и как граждане, для того, чтобы её предотвратить»**).

10 мая 1951 г. профессору Берналу исполнилось 50 лет. Он находится в расцвете своих творческих сил и способностей. Советские люди желают выдающемуся английскому учёному долгих лет жизни, здоровья и новых больших достижений как на фронте науки, так и в благородном деле борьбы за мир во всём мире!

ОПУБЛИКОВАННЫЕ НАУЧНЫЕ РАБОТЫ ДЖ. Д. БЕРНАЛА

- The Structure of Graphite, Proc. Roy. Soc. A.**106**, 749 (1924).
- On the Interpretation of X-Ray Single Crystal Rotation Photographs, Proc. Roy. Soc. A.**113**, 117 (1926).
- The Complex Structure of the Copper-Tin Intermetallic Solutions, Nature **122**, 54 (1928).
- The Problem of the Metallic State, Trans. Far. Soc. **25**, 367 (1929).
- A Universal X-Ray Photogoniometer, Journ. of Scientific Instruments (1927—1929).
- Crystallography (1929, 1930), Ann. Rep. Progr. Chem. **26**, 276 (1930) (J. D. Bernal & W. A. Wooster).
- Abstracting Schemes (1) for Single Substance X-Ray Determinations; (2) Series of Substances X-Ray Investigations (1930).
- The Place of X-Ray Crystallography in the Development of Modern Science, Radiology, July (1930).

*) «Огонёк», 15 апреля 1951 г., стр. 10—11.

**) В числе учёных, подписавших этот призыв, находится и член Королевского общества профессор Поузелл, переводы статей которого неоднократно печатались в УФН.

- Probleme des metallischen Zustandes, Metallwirtschaft **9**, 983 (1930).
 Ergebnisse der modernen Metallforschung, Ergebni. d. techn. Röntgenkunde **2**, 225 (1931).
- The Optically Active Spiro-5: 5-Dihydronitrons, Proc. Roy. Soc. (1931) (Sir William Jackson Pope & J. B. Whitworth).
- The Crystal Structure of the Natural Amino-Acids and Related Compounds, Zeits. f. Kristal. **78**, 363 (1931).
- X-Ray Analysis of the Structure of the Wall of Valonia Ventricosa, Proc. Roy. Soc. **108**, 443 (1931) (W. T. Astbury, Thora C. Marwick, J. D. Bernal).
- A Crystallographic Examination of Oestrin, Journ. Soc. Chem. Ind. **51**, 259 (1932).
- Crystal Structures of Vitamin D and Related Compounds, Nature **129**, 277 (1932).
- Crystallography (1930—1931), Ann. Rep. Progr. Chem. **28**, 262 (1932) (J. D. Bernal & W. A. Wooster).
- Carbon Skeleton of the Sterols, Journ. Soc. Chem. Ind. **51**, 466 (1932).
- Note on the Crystallography of Glutathione, Biochem. Journ. (1932).
- Rotation of Carbon Chains in Crystals, Zeits. f. Kristal. **83**, 153 (1932).
- Rotation of Molecules in Crystals, Nature **129**, 870 (1932).
- Properties and Structures of Crystalline Vitamins, Nature **129**, 721 (1932).
- Значение рентгенокристаллографии в развитии современной науки, Успехи химии **1**, 273 (1932).
- A Theory of Water and Ionic Solution with Particular Reference to Hydrogen and Hydroxyl Ions, Journ. of Chem. Phys. **1**, 515 (1933) (J. D. Bernal & R. H. Fowler).
- Crystalline Phases of Some Substances Studied as Liquid Crystals, Trans. Far. Soc. **29**, 1032 (1933).
- Note on the Pseudo-Crystalline Structure of Water, Trans. Far. Soc. **29**, 1049 (1933) (J. D. Bernal & R. H. Fowler).
- Crystal Structure of Vitamin B and of Adenine Hydrochloride, Nature **131**, 911 (1933) (J. D. Bernal & D. M. Crowfoot).
- The Chemical Constitution of Oestrin, Journ. Soc. Chem. Ind. (Chemical Society Discussion), **52**; 268, 287 (1933).
- The Structure of the Diels Hydrocarbon $C_{18}H_{16}$, Journ. Soc. Chem. Ind. **52**, 729 (1933).
- Crystallography (1932—1933), Ann. Rep. Progr. Chem. **30**, 360 (1933) (J. D. Bernal, D. M. Crowfoot, W. A. Wooster & B. W. Robinson).
- Discussion on Heavy Hydrogen, Proc. Roy. Soc. A. **144**, 24 (1934).
- X-Ray Crystallographic Measurements on Some Derivatives of Cardiac Aglucones, Journ. Soc. Chem. Ind. **53**, 953 (1934) (J. D. Bernal & D. M. Crowfoot).
- X-Ray Photographs of Crystalline Pepsin, Nature **133**, 794 (1934).
- The Structure of Some Hydrocarbons Related to the Sterols, Journ. Chem. Soc. **1**, 93 (1935) (J. D. Bernal & D. M. Crowfoot).
- Application of X-Ray Methods in the Food Industry, Journ. Soc. Chem. Ind. **53**, 1071 (1934).
- The Function of Hydrogen in Intermolecular Forces, Proc. Roy. Soc. A. **151**, 384 (1935) (J. D. Bernal & H. G. Megaw).
- Discussion on Supraconductivity and other Low Temperature Phenomena, Proc. Roy. Soc. A. **152**, 1 (1935).
- The Structure of Strontium and Barium Peroxides SrO_2 and BaO_2 , Zeits. f. Kristal. 1935 (J. D. Bernal, A. G. Ward, E. Djatlowa, I. Kasarnowsky, S. Reichstein).
- Molecular Shape of Calciferol and Related Substances, Journ. Soc. of Chem. Ind. **54**, 701 (1935) (J. D. Bernal & D. M. Crowfoot).

- Use of the Centrifuge in Determining the Density of Small Crystals, *Nature* **134**, 809 (1934); **135**, 305 (1935) (J. D. Bernal & D. M. Crowfoot).
- A Crystallographic Examination of Oestrin, *Biochem. Journ.* (1935).
- Zero Point Energy and Physical Properties of H_2O and D_2O , *Nature* **135**, 229 (1935) (J. D. Bernal & Jg. Tamm).
- Crystallography (1934–1935), *Ann. Rep. Progr. Chem.* **32**, 181 (1936) (J. D. Bernal, D. M. Crowfoot, A. F. Wells and R. C. Evans).
- Liquid Crystalline Substances from Virus-infected Plants, *Nature* **138**, 1051 (1936) (J. D. Bernal, F. C. Bawden, N. W. Pirie & I. Fankuchen).
- X-Ray Crystallographic Data on the Sex Hormones, *Zeits. f. Kristal.* **93**, 464 (1936) (J. D. Bernal & D. M. Crowfoot).
- An Attempt at a Molecular Theory of Liquid Structure, *Trans. Far. Soc.* **33**, 27 (1937).
- X-Ray Crystallography and the Chemistry of Sterols and Sex Hormones, *Chemisch Weekblad*, Jan. (1937) (J. D. Bernal & D. M. Crowfoot).
- Discussion on Viscosity of Liquids, *Proc. Roy. Soc. A.* **163**, 319 (1937).
- Structure Types of Protein «Crystals» from Virus Infected Plants, *Nature* **139**, 923 (1937) (J. D. Bernal & I. Fankuchen).
- The Structure of Liquids, *Nature* **139**, 272 (1937).
- Structure of the Crystals of Tomato Bushy Stunt Virus Preparations, *Nature*, Dec. (1938) (J. D. Bernal & I. Fankuchen).
- Geometrical Factors in Reactions Involving Solids, *Trans. Far. Soc.* **34**, 834 (1938).
- Rayons X et Structure des Proteins, *Journ. de Chim. Phys.* **35**, 179 (1938).
- The Structure of the Particles, *Proc. Roy. Soc.*, June (1938).
- A Speculation on Muscle, *Perspectives in Biochemistry*. Jan. (1938).
- Crystal Structure of the Proteins, *Nature* **141**, 523 (1938) (J. D. Bernal, I. Fankuchen, D. M. Crowfoot & M. Perutz).
- X-Rays and the Cyclol Hypothesis, *Nature* **143**, 897 (1939) (J. D. Bernal, I. Fankuchen & D. Riley).
- Structure of Proteins, *Nature* **143**, 663 (1939).
- X-Ray Evidence for the Structure of the Protein Molecule, *Proc. Roy. Soc. A.* **170**, 75 (1939).
- Vector Maps and the Cyclol Hypothesis, *Nature* **143**, 74 (1939).
- Cell Symposium, Stamford University (1939).
- X-Ray Crystallography and Chemistry of the Steroids I, *Proc. Roy. Soc.*, Dec. (1940) (J. D. Bernal, D. M. Crowfoot, I. Fankuchen).
- The Cell and Protoplasm, Washington (1940).
- X-Ray and Crystallographic Studies of Plant Virus Preparations, *Journ. of Gen. Physiology* **25**, 111 (1941) (J. D. Bernal, I. Fankuchen).
- The Future of X-Ray Analysis, *Inst. Physics*, June (1945).
- Past and Future of X-Ray Crystallography, *Journ. Chem. Society* (1946).
- A Simple Stage Goniometer for Use in Connection with X-Ray Crystal Analysis, *Journ. of Scientific Instruments*, April (1947) (J. D. Bernal & C. H. Carlisle).
- Unit Cell Measurements of Wet and Dry Crystalline Turnip Yellow Mosaic Virus, *Nature* **162**, 139 (1948) (J. D. Bernal & C. H. Carlisle).
- Значение структурного анализа кристаллов в современной науке, *Успехи химии* **19**, 491 (1950).