

Между биохимией, физикой и политикой. Особенности молекулярной биологии в СССР (30–60-е гг.)

Т.А. КУРСАНОВА

Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН, Москва, Россия;
kursanovata@mail.ru

В статье исследованы факторы, влиявшие на формирование молекулярной биологии в СССР. В 30-е гг. появились первые работы, находящиеся в области биохимии, впоследствии вошедшие в основы молекулярной биологии. Это работы А.Н. Белозерского, доказавшие универсальность нуклеиновых кислот и связавшие нуклеиновые кислоты с ядерным веществом. Работами В.А. Энгельгардта с миозином мышц был сформулирован принцип единства химизма, функции и структуры, впоследствии ставший содержанием молекулярной биологии. Несмотря на наличие талантливых учёных и опережающих своё время выводов, молекулярная биология в России отставала от соответствующих мировых исследований. Одной из причин этого отставания была изоляция отечественной биологии от европейской науки, обусловленная научной политикой, проводимой в отношении немичуринской биологии. Изоляция учёных проявлялась в ограничении посещений зарубежных лабораторий и международных биохимических конференций, в невозможности читать иностранную периодику и публиковаться в зарубежных научных журналах. Состояние исследований в России рассмотрено в контексте развития молекулярной биологии за рубежом. В России биологическая химия послужила основой для формирования молекулярно-биологических исследований. В европейской и американской науке этой основой стала физика и её методы, в основном рентгеноструктурный анализ, ускорившие этот процесс. Особое внимание автором уделено рентгеноструктурному анализу как методу исследования на молекулярном уровне проявлений классической биологии. Междисциплинарность стала научной политикой, поддерживаемой Фондом Рокфеллера. Отсутствие государственной поддержки, консервативная научная политика, ограничения в международных контактах сохранялись в России до конца 50-х гг. Только к 1962 г. были организованы первые институты, официально предназначенные для исследований по молекулярной биологии, и отечественная молекулярная биология получила право на самостоятельное существование.

Ключевые слова: молекулярная биология, А.Н. Белозерский, В.А. Энгельгардт, Кавендишская лаборатория, Фонд Рокфеллера, рентгеноструктурный анализ, нуклеиновые кислоты, белки, Международные биохимические конгрессы.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 20-011-00719.

Целью работы является анализ когнитивных и социальных особенностей возникновения и развития отечественной молекулярной биологии 30–60-х гг. XX в. Данный временной интервал был выбран, поскольку он охватывает первые упоминания о молекулярной биологии и завершается созданием специализированных научных центров — Института молекулярной биологии АН СССР и Межфакультетской лаборатории биоорганической химии МГУ (теперь: *Научно-исследовательский институт физико-химической биологии им. А.Н. Белозерского МГУ*). С созданием институтов молекулярная биология в СССР официально получила право на существование. Задачей работы стала реконструкция исторического пути становления молекулярной биологии в России и исследование социальных и идеологических аспектов её формирования.

В исследованиях современных зарубежных историков науки (Kay, 1993; Morange, 2000; Fruton, 1972) история молекулярной биологии в России не рассматривается вовсе. В отечественной литературе она так же привлекала единичное внимание историков биологии (Ванюшин, 1975). Вместе с тем Б.П. Готтих отмечал, что уже к 1970 г. молекулярная биология стала лидирующим направлением не только наук о жизни, но и естествознания в целом. Это произошло благодаря расшифровке механизмов экспрессии генетической информации, передачи наследственной информации, биосинтеза белков, т. е. самых фундаментальных процессов, определяющих жизнедеятельность всех организмов¹:

Эти достижения, как в плане фундаментальной науки, так и их практического применения столь впечатляющи, что стоит подумать об их обобщении. Например, Научный совет по молекулярной биологии и генетике совместно с Институтом истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН могли бы подготовить к 2003 г. (год 50-летия расшифровки структуры ДНК) и издать соответствующие обзоры, может быть даже в серии публикаций (Готтих, 2000, с. 772).

Ход развития науки (его направления и сроки) в решающей мере зависит от положительных и отрицательных социоэкономических и политических воздействий. Недостаточная изученность социального аспекта формирования молекулярной биологии в России и актуальность изучения в свете современных успехов молекулярной биологии определили выбор тематики предлагаемой статьи. В результате выполнения данной работы дополнена и развита социокультурная история молекулярной биологии в контексте мировой науки.

В.А. Энгельгардт, основатель молекулярной биологии в России, её бесспорный лидер, определял в 1962 г. основную задачу молекулярной биологии «<...> как изучение тех или иных проявлений жизнедеятельности в предельно простых условиях, на объ-

¹ Борис Павлович Готтих (1938–2018) доктор химических наук, много лет проработал учёным секретарем Института молекулярной биологии РАН, заместителем директора, заместителем академика-секретаря отделения физико-химической биологии РАН.

ектах, максимально приближающихся к молекулярному уровню, фактически на системах молекулярного характера, в которые входят два важнейших типа биологических полимеров — белки и нуклеиновые кислоты» (1962, с. 29). Результатом исследований должны стать выяснение молекулярной структуры интересующих веществ, её роли в осуществлении биологических функций и связи между структурой и молекулярными взаимодействиями, с одной стороны, и проявлениями жизнедеятельности — с другой. К 1962 г. молекулярная биология выделилась в самостоятельную область исследований. А в России она только получила право на легальное существование. Этому предшествовал 30-летний период исследований, испытавший на себе все сложности судьбы биологии в нашей стране.

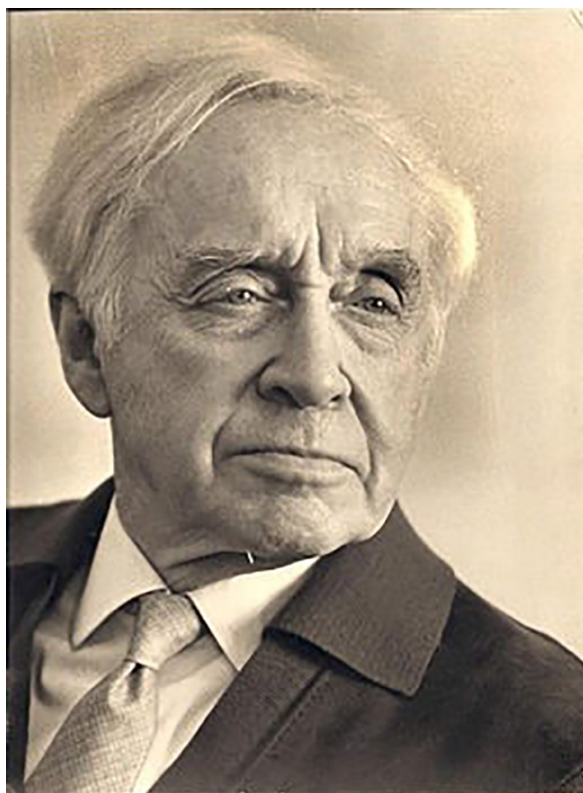


Рис. 1. В.А. Энгельгардт
Fig. 1. W.A. Engelhardt

Научная политика как движущий фактор в развитии молекулярно-биологических исследований

«Лаборатория — это место, где задают вопросы природе, сотрудничая с коллегами и борясь с оборудованием и администрацией» (цит. по: Маккей, 2002, с. 52). Это утверждение Дж. Бернала применимо к любой лаборатории, независимо от её территории-

ального расположения. Следствием победы в этой неизменной борьбе являются новые открытия и научные направления. Молекулярная биология в СССР получила право на самостоятельное существование значительно позднее, чем в США или Европе, несмотря на наличие талантливых учёных и опережающих своё время выводов. Это явилось следствием многолетней научной политики нашего государства. Продолжая идею Бернала, можно сказать, что в СССР борьба научных сотрудников с господствующей в биологии реакционной идеологией на протяжении многих десятилетий была проиграна. История зарождения молекулярной биологии является иллюстрацией влияния выбранной научной политики, проводимой государством, на развитие новых направлений.

Идея о необходимости создавать новую науку — молекулярную биологию возникла в 30-е гг. в США. Движущей силой, реализующей данный замысел, стал Рокфеллеровский фонд. Фонд оказывал приоритетную поддержку исследованиям в новой области, «<...> которая может быть названа “молекулярной биологией”, и в которой для исследования механизмов биологических процессов применялась точная техника» (Weaver, 1970, p. 580). Термин «молекулярная биология» был впервые использован директором Отдела естественных наук фонда Уоррен Уивером (Warren Weaver) в 1938 г. при подготовке секции по естественным наукам годовичного собрания Рокфеллеровского фонда (Курсанова, 2018). В научной литературе часто встречается утверждение, что термин «молекулярная биология» был предложен британским физиком У. Астбери в контексте исследований, касавшихся выяснения зависимостей молекулярной структуры с физическими и биологическими свойствами фибриллярных белков. В статье Астбери (Astbury, 1946) «Прогресс рентгеноструктурного анализа органических и фибриллярных соединений» был использован этот термин. Однако в 1950 г. он высказал сомнение в том, что был первым, кто применил термин «молекулярная биология». Он отмечал: «Мне приятно, что сейчас термин «молекулярная биология» уже довольно широко употребляется, хотя маловероятно, что я первым предложил его» (Astbury, 1950, p. 3). Но если авторство термина ему и не принадлежит, то содержание и направление исследований по молекулярной биологии были определены Астбери. Астбери утверждал, что суть молекулярной биологии не в технических приемах, а в использовании фундаментальных наук при объяснении проявлений классической биологии на молекулярном уровне. Молекулярная биология, по убеждению Астбери, занимается формами биологических молекул и их эволюцией, их функциями и изменением при восхождении на более высокие уровни организации. Приоритет Астбери признают многие учёные, в том числе Дж. Бернал, один из его коллег (Bernal, 1963). В.А. Энгельгардт придерживался того же мнения (Энгельгардт, 1974, с. 451). Мнение о приоритете У. Уивера стало популярным в американской науке в контексте проблематики менеджмента и финансирования науки. В научной среде поддерживали авторство Астбери.

По мнению американского историка науки, плодотворное сотрудничество научного сообщества со спонсорами в лице Рокфеллеровского фонда определило выделение молекулярной биологии в новую исследовательскую область с её последующим успешным развитием (Кау, 1993). Калифорнийский технологический институт на начальном этапе стал основным центром, воплощающим идеи Фонда. Но и в других университетах США и Европы учёным, занимающимся молекулярной биологией, Фонд оказывал материальную поддержку. Чиновники Фонда стали главным центром, оценивающим и принимающим решения по финансовой под-

держке тех или иных исследований. При принятии решений по каждому вопросу они заслушивали мнение представителей университетов и находились в курсе проводимых исследований. Для сотрудников и администрации университетов на начальном этапе было непривычно консультироваться с чиновниками по вопросам, касающимся академических должностей, привлечения новых сотрудников, перемещения лабораторий и потенциальных проектов. Однако сотрудничество с Фондом открывало новые возможности. Научному сообществу пришлось принять новый порядок организации исследований.

Одним из серьёзных мотивов при переориентации научной деятельности и создании исследовательских структур, соответствующих целям Фонда, была междисциплинарность в исследованиях, которая и составила суть программы по молекулярной биологии. Междисциплинарная кооперация с акцентом на групповых проектах стала долговременной научной стратегией. Молекулярно-биологические исследования повлекли структурные изменения в организации подразделений и лабораторий и в научной политике. Отдельное внимание Фонд уделял учёным, работающим по заданной программе. Деятельность Фонда оказалась успешной и показала определяющую роль правильной научной политики в становлении и развитии исследований. Программа по молекулярной биологии стала совместным проектом, объединяющим в области естественных наук как различные биологические дисциплины, так и биологические науки с точными науками. За период 1932–1959 гг. Фонд Рокфеллера выделил на молекулярно биологические исследования в США около 25 миллионов долларов. Это больше четверти средств, выделяемых Фондом на все биологические исследования, больше чем на медицину и на сельское хозяйство, на которые ранее выделялись огромные средства (Кау, 1993).

Лежащая в основе молекулярной биологии идея использования методов точных наук не была чуждой российской науке. Н.К. Кольцов в начале XX в. продвигал идею использования физико-химических методов в биологии как основных. В 1927 г. он разрабатывал гипотезу молекулярного строения и матричной репродукции хромосом, опередив открытия молекулярной биологии. Правда, в то время он наделял этим свойством не молекулы ДНК, а молекулы белковой природы (Инге-Вечтомов, 2013). Можно назвать две основные причины, по которым, несмотря на новаторские идеи и выводы, российская наука не стала основательницей современной молекулярной биологии. Во-первых, не проводились исследования на объектах, приближающихся к молекулярному уровню. И, во-вторых, не был использован точный метод для решения задач молекулярной биологии. Точные методы для субмикроскопических исследований дала физика. Именно физики, а не биологи были создателями методов молекулярной биологии, в основе которой была заложена междисциплинарность и тесный союз с точными науками.

Метод в междисциплинарных исследованиях. Рентгеноструктурный анализ и переход на исследования на молекулярном уровне

Молекулярная биология, основанная изначально на белковой парадигме, сосредоточилась на объектах субмикроскопических размеров. Исследования на таком уровне могли проводиться при помощи методов, предназначенных для столь малых размеров, заимствованных по большей части из физики или физической химии.

Достаточно привести лишь несколько примеров — хроматографию, рентгеноструктурный анализ, использование меченых соединений, электронную микроскопию. Методы со временем совершенствовались, усложнялись. В 1970 г. Ф. Крик заметил: «Если молекулярному биологу предложить взяться за решение почти что любой из интересующих его сейчас проблем с использованием методического уровня, скажем 1935 года, он наверняка сочтет это безнадежным» (Крик, 2000, с. 758). В 30–50-е гг. большинство фундаментальных открытий было сделано с помощью рентгеноструктурного анализа. Дифракцию рентгеновских лучей для изучения внутреннего строения атомов и молекул при исследовании структуры твёрдых тел, жидкостей и газов начали применять с 1912 г. (Макс фон Лауэ, Макс Дебай, Пауль Шеррер)².

Учёным, благодаря которому метод вошёл в биологию и были сделаны открытия, создавшие основы молекулярной биологии и обеспечившие её развитие, был английский физик, кристаллограф Уильям Лоренс Брэгг (1890–1971), автор закона о дифракции рентгеновских лучей на кристаллах. Закон Брэгга позволяет рассчитать положение атомов в кристалле по дифракционной картине, которую образуют рентгеновские лучи, проходя сквозь кристаллическую решётку. Он сделал это открытие в 1912 г., будучи ещё студентом в Кембридже (Смолеговский, 2009). После этого открытия в течение более 40 лет:

<...> на глазах Брэгга, лауреата Нобелевской премии и одного из основателей кристаллографии — рентгенографический метод позволял решать все более сложные структурные проблемы. И чем сложнее была молекула, тем больше радовался Брэгг, когда удавалось определить ее строение. Вот почему в первые послевоенные годы его особенно интересовала возможность установить структуру белков, самых сложных из всех молекул (цит. по: Уотсон, 2013, с. 5).

В 1938 г. У. Брэгг стал директором Кавендишской лаборатории, которая была лабораторией физической. В это же время он заинтересовался рентгенограммами, полученными от белков. Заслугой Брэгга было формирование группы, которая использовала физику для исследования биологических молекул. Он считал, что идеальной исследовательской единицей является группа от одного до 6–12 учёных и нескольких ассистентов. Профессиональный состав групп отчётливо иллюстрирует преобладание физических и физико-химических подходов. В одной из групп работал Макс Перуц, уроженец Австрии, химик-органик, обосновавшийся в Кембридже с 1936 г. и занимающийся дифракцией рентгеновских лучей на кристаллах гемоглобина³. Под руководством Брэгга работали физики-кристаллографы Уильям Томас Астбери (1898–1961)⁴ и Дж. Бернал

² Макс фон Лауэ (1879–1960) немецкий физик, открывший в 1912 г. дифракцию рентгеновских лучей на кристаллах, лауреат Нобелевской премии 1914 г. по физике. Макс Дебай (1884–1966) нидерландский физико-химик, с 1939 г. работал в Америке в Корнельском университете, лауреат Нобелевской премии 1936 г. по химии, его ученик — швейцарский физик, впоследствии глава ЦЕРНа, Пауль Шеррер (1890–1969).

³ Дж. Кендрию и Макс Перуц проводили в Кембридже рентгеноструктурные исследования белков, за которые в 1962 г. получили Нобелевскую премию.

⁴ У. Астбери с 1921 г. работал в Университетском колледже у Брэгга, с 1923 г. он перешёл вместе с Брэггом и Берналом в лабораторию Дэви-Фарадея в Королевском институте, которая была крупнейшим центром рентгеноструктурной кристаллографии, где сформировались

(1901–1971)⁵. С 30-х гг. Астбери проводил систематические исследования белков методом рентгеноструктурного анализа. Проведённые им исследования кератина привели к представлению о трёхмерной структуре белков, образованных в результате упаковки вытянутых (β -кератин) или изогнутых (α -кератин) полипептидных цепей. И это положило начало его работам в области, которую впоследствии назовут молекулярной биологией. По признанию Л. Полинга, работы Астбери с α -кератином волос и β -кератином шёлка произвели на него огромное впечатление (см.: Thomas, 2020, p. 80). Он решил проверить результаты Астбери и подтвердил существование α -спирали другим методом, основываясь на структурной химии и на своих исследованиях природы химической связи.

С 1937 г. Астбери занялся структурой ДНК и доказал, что она должна быть изучена при помощи рентгеноструктурного анализа, что и было успешно сделано в 1952 г. После войны в Университете Лидса был образован факультет биомолекулярной структуры и Астбери было предложено место заведующего. Астбери предлагал назвать факультет факультетом молекулярной биологии. Однако Комитет университета счёл, что физик Астбери «<...> слишком много на себя берет, заявляя о себе как о биологе» (цит. по: Vernal, 1963, p. 8). В послевоенные годы начинается широкое применение рентгеноструктурного анализа для выяснения строения биологических молекул. Помимо группы, работающей у Брэга в Королевском колледже Лондона (*King's College London*), Морис Уилкинс, как и Крик, физик по образованию, пользовался в своих исследованиях рентгенографическим методом, работая вначале с белками. Весной 1951 г. он сделал первое сообщение о кристаллической структуре ДНК, основанное на рентгенограммах.

Когда в 1951 г. американский биохимик Дж. Уотсон пришёл в группу Брэга, он оказался там единственным биологом. Вся группа физиков работала над выяснением структуры белков. Брэг поддержал намеренье Фрэнсиса Крика и Джеймса Уотсона применить метод рентгеноструктурного анализа для изучения структуры ДНК. Знаменитая статья была опубликована в *Nature* 25 апреля 1953 г. (Watson, Crick, 1953, p. 737–738). Брэг систематически и успешно продвигал Крика, Уотсона и Уилкинса на Нобелевскую премию⁶. В то же время в Кавендишской лаборатории Брэга Макс Перутц проводил рентгеноструктурным анализом исследования структуры гемоглобина, которые также принесли ему в 1962 году Нобелевскую премию. 50-е гг. оказались богаты открытиями в молекулярной биологии. Работы Л. Полинга, Дж. Кендрию, Д. Филлипса ввели в структурную молекулярную биологию идею α -спирали и β -структуры как основополагающих факторов структуры белков, Ф. Сенгер установил строение инсулина. К сожалению, мы не найдём в историографии отечественной молекулярной биологии столь значимых открытий.

В то же время российским учёным метод рентгеноструктурного анализа был прекрасно известен. В дореволюционных исследованиях метод разрабатывался

его научные интересы. Затем с 1928 г. на 33 года он обосновался в Лидском университете, ставшем благодаря Астбери мировым центром исследования фибриллярных белков. В течение 30 лет исследования поддерживались Фондом Рокфеллера.

⁵ В 1934 г. Бернал сделал первые рентгенограммы белка.

⁶ В 1962 г. Ф. Крик, Дж. Уотсон и М. Уилкинс были удостоены Нобелевской премии по физиологии и медицине за открытия, касающиеся молекулярной структуры нуклеиновых кислот и их значения для передачи информации в живых системах.

Е.С. Фёдоровым и Г.В. Вульфом, а с 20-х гг. успешно применялся в кристаллографии, геохимии, минералогии. Но в СССР развитие получили только исследования металлов, сплавов и структурный анализ силикатов. В 20-е гг. А.Ф. Иоффе, С.Т. Конобеевский, Н.Е. Успенский, Н.Я. Селяков применили рентгеноструктурный метод для определения геометрических размеров кристаллических решёток и их пространственной симметрии, для нахождения координат атомов кристалла (Конобеевский, 1947). С середины 30-х гг. складывается советская структурная школа, представителями которой являются кристаллографы Н.В. Белов, Б.К. Вайнштейн, М.А. Порай-Кошиц, А.И. Китайгородский и др. (Юрин, 1967). Успеху структурной школы способствовало создание в конце 30-х гг. ряда рентгеноструктурных лабораторий разных направлений. В 1931 г. на физическом факультете МГУ была организована кафедра рентгеноструктурного анализа. Её руководителем с 1933 по 1950 г. был С.Т. Конобеевский. После войны создаётся лаборатория в Институте элементоорганических соединений под руководством А.И. Китайгородского, которая становится крупным центром по исследованию структур органических соединений. В 1944 г. в Москве был организован Институт кристаллографии АН СССР. Одним из направлений работ института было изучение структуры и свойства кристаллов с помощью излучения. Работы зарубежных кристаллографов были известны отечественным специалистам по рентгеноструктурному анализу. Летом 1932 г. Брэгг приезжал в СССР в составе рабочей группы и встречался с Беловым (Смолеговский, 2009).

Борис Петрович Орелкин (1884–1931), выпускник кафедры химии Санкт-Петербургского университета и ученик Фёдорова, проводил научные работы в области химической кристаллографии. С 1916 г. он читал на кафедре кристаллографии СПбГУ первый курс рентгенографии кристаллов. Научные работы Орелкина проводились в области химического и кристаллографического исследования органических соединений. Известно из английских источников, что он работал в 1920-х гг. у Брэгга в Королевском институте (Vernal, 1963, p. 2). Командировки за границу в 1923–1932 гг. были бюрократически хлопотным, но ещё вполне распространённым явлением. О многих учёных того поколения известно, что они ездили за рубеж по линии Академии наук или соответствующих наркоматов, в том числе на довольно длительные сроки. Советским учёным было сложно получить не только разрешение от российских структур, но и западные страны визу давали неохотно. В 1924–1927 гг. Орелкин, тогда сотрудник Ленинградского технологического института, получил стипендию Международного совета по образованию⁷. На стипендию его представили А.Ф. Иоффе с российской стороны и У. Брэгг со стороны Великобритании. Стипендия позволила Орелкину работать в группе с Астбери в Лаборатории Дэви-Фарадея Королевского института Великобритании (*Royal Institution of Great Britain*) в Лондоне (Кожевников, 1993, с. 103). Вернувшись из Англии, он организовал в Технологическом институте рентгенологическую лабораторию, где занимался химическим и кристаллографическим исследованием органических соединений.

⁷ В 1923 г. возник фонд — Международный совет по образованию (International Education Board (IEB)), который ставил целью содействие образованию по всему миру. Стипендии предоставлялись без учёта национальной принадлежности. Целью провозглашалась подготовка лидеров в данных областях. Считалось, что стипендию получают люди исключительных способностей, активно работающие и не старше 35 лет.



Рис. 2. Б.П. Орелкин (второй ряд, второй слева) в лаборатории У. Астбери
Fig. 2. B.P. Orelkin (second row, second from left to right) in W. Astbury Laboratory

После смерти Сталина происходит налаживание научных контактов. Со многими классиками рентгеноструктурного анализа, стоящими у истоков молекулярной биологии, Н.В. Белова связывали дружеские отношения. Белов принял участие в III Международном конгрессе кристаллографов в Париже в 1954 г., где встречался с Брэггом. Спустя четыре года они общались вновь, когда Н.В. Белов посетил США по приглашению американских коллег (Смолеговский, 2009, с. 35). На Фёдоровской сессии в 1958 г. в Горном институте Н.В. Белов познакомился с Дж. Берналом, бывшим тогда президентом Всемирного Совета Мира. Они встречались затем на V Международном кристаллографическом конгрессе в Кембридже и затем в Риме, где Н.В. Белов голосовал за избрание Дж. Бернала VI президентом Международного союза кристаллографов. В 1958 г. в Москве произошла встреча Белова с Л. Полингом. В 1970 г. Н.В. Белов приехал в Кембридж, чтобы приветствовать Брэгга по случаю его 80-летия. Можно с уверенностью сказать, что работы Кавендишской лаборатории были известны советским кристаллографам. Но, несмотря на достаточно успешные научные связи в области кристаллографии, кристаллографы не заинтересовались биологическими макромолекулами. Метод рентгеноструктурного анализа не находил применения для изучения молекулярных структур и у биологов. Только с 1959 г. в лаборатории структуры белка Института

кристаллографии АН СССР под руководством Б.К. Вайнштейна стали проводиться рентгеноструктурные исследования ряда природных соединений⁸.

В зарубежной науке целесообразность проведения исследований, в частности в биохимии, определялась во многом интересами прикладных наук — медицины, сельского хозяйства, пищевой промышленности. В СССР 30-х гг. биохимические учреждения АН СССР и отраслевые НИИ также ориентировались в основном на практические задачи. Важным следствием из особенностей молекулярной биологии явился выход биологических исследований из прикладных областей. Если раньше проведение биохимических исследований определялось степенью их необходимости для прикладных задач, то новая структурная биология, опирающаяся на физико-химические методы, на изучение субмикроскопических процессов и использующая микроорганизмы для экспериментов, имела к ним косвенное отношение. За 30-е гг. основатели молекулярной биологии выделили для неё в естественных науках нишу, самостоятельную, свободную от медицины и сельского хозяйства. Они намеревались создать новую естественную науку, сосредоточившуюся впоследствии главным образом на молекулярном изучении гена. Эти исследования никоим образом не вписывались в мичуринскую биологию и были абсолютно непонятны последователям Т.Д. Лысенко. Они не получили бы государственной поддержки. В зарубежной науке тоже не всегда всё было легко, и политика вмешивалась в научную жизнь. Хрестоматийные работы Полинга 1951 г. стали вершиной его творчества. Начиналась холодная война, маккартизм. Полинг, активно выступающий против распространения ядерного оружия и за контролирование его использования, был обвинён в нелояльности по отношению к своей стране и отстранён от научной работы.

А.Н. Белозерский и международные научные связи

У нас в стране молекулярная биология вырастала из биохимии в течение длительного периода постепенной модернизации исследований, в отличие от американской и европейской, в исследования которых на раннем этапе подключились физики.

Нуклеиновые кислоты долгое время не связывались с генетической структурой. Эта роль отводилась белкам как клеточным структурам, свойственным клеткам всех типов организмов и обладающим при этом биологической и химической индивидуальностью. Нуклеиновые кислоты рассматривались как запасные вещества клеток, а их присутствие в каждом организме, не говоря уже про каждую клетку, подвергалось сомнению. Хотя были известны оба типа нуклеиновых кислот, ДНК рассматривалась как компонент исключительно животной клетки. К началу 30-х гг. появились данные, свидетельствующие о необходимости пересмотра имеющихся

⁸ Борис Константинович Вайнштейн (1921–1996) академик РАН, с 1950-х гг. занимался структурой биологических кристаллов и макромолекул. Ему принадлежит идея использовать для расшифровки структур биологических соединений одновременно — дифракцию электронов и электронную микроскопию. Этими методами были расшифрованы структуры облучённой ДНК, транспортной РНК и многих белков. Под его руководством была решена задача автоматизации структурных исследований с передачей функций определения структур соединений ЭВМ.



Рис. 3. А.Н. Белозерский
Fig. 3. A.N. Belozersky

представлений. Для понимания биологической роли ДНК надо было доказать универсальность её распространения в клетках живых организмов и связать её биологическую роль с наследственностью.

Доказательство универсальности распространения ДНК было проведено А.Н. Белозерским. Работами, выполненными в 1934 г. на кафедре биохимии биологического факультета МГУ А.Н. Белозерским и А.Р. Кизелем⁹, было показано наличие тимонуклеиновой кислоты (ДНК) в растениях. Выводы были подтверждены Белозерским в последующих исследованиях на многих растительных объектах. Работа Белозерского положила конец разделению на «животную» и «растительную» нуклеиновые кислоты и, доказав универсальность, стала предпосылкой к созданию нуклеиново-кислотной гипотезы гена (Kiesel, Belozerskii, 1934; Белозерский, 1935).

Опубликование результатов в российском и европейском журналах сделало работу известной. В конце 1930-х — середине 1940-х гг. Белозерский начал серию работ по определению содержания нуклеиновых кислот в различных группах организмов, получив в результате данные о присутствии нуклеиновых кислот обоих типов (ДНК и РНК) в клетках микроорганизмов. Это подтвердило универсальность распространения нуклеиновых кислот как клеточных компонентов у филогенетически различных групп организмов. Выбранный Белозерским объект для исследований, бактериальная клетка, стал классическим для последующих исследований молекулярных биологов. Объект удобный, поскольку содержание нуклеиновых кислот в нём со-

⁹ А.Р. Кизель (1882–1942) русский и советский биохимик, профессор МГУ, основатель кафедры биохимии растений биологического факультета МГУ. Был репрессирован и расстрелян в 1942 г. В 1925 г. показал наличие тимонуклеиновой кислоты у миксомицетов, поставив вопрос о возможном присутствии тимонуклеиновой кислоты у растений (Спирин, 2006, с. 104).

ставляет 25–30% от сухого веса, что повышало эффективность работ. Белозерский связал высокое содержание нуклеиновых кислот у бактерий с большими темпами роста и размножения у этой группы организмов. В статье «О ядре у бактерий» (1944) А.Н. Белозерский взял на себя смелость на основании биохимического экспериментального материала обсуждать вопрос о ядре у бактерий, т. е. проблему, которая долгое время была предметом изучения морфологов и вызывала среди них дискуссии вследствие противоречивых взглядов. Его выводы говорят не об обособленной клеточной структуре — ядре, а о веществе, характерном для клеточного ядра, тимонуклеиновой кислоте. Он утверждал правомочность такого положения:

Биохимик в своих суждениях о ядерном веществе базируется на присутствии в нем нуклеиновой кислоты определенного состава и структуры, а именно — тимонуклеиновой кислоты. В отличие от морфолога он пользуется не методами красочных реакций, а непосредственным выделением и идентификацией ядерной нуклеиновой кислоты. Следует отметить, что методы биохимии значительно точнее и специфичнее, чем методы цитологии (Белозерский, 1944, с. 24).

Утверждая, что методы биохимии точнее и специфичнее методов цитологии, Белозерский предполагал, что многие биологические проблемы могут быть решены изучением некоторых видов молекул. Впервые в мировой научной литературе в ходе исследований Белозерского, проводимых им с 1939 г., были получены данные по количественному содержанию нуклеиновых кислот бактерий различных таксономических групп. Им была показана корреляция между возрастом, синтетической активностью и содержанием в клетках нуклеиновых кислот. Опыты О.Т. Эвери, К. МакЛеод и М. МакКарти в Университете Рокфеллера в 1944 г. дали возможность предполагать, что гены состоят из ДНК. Но важные выводы о роли нуклеиновых кислот были сделаны в биохимии А.Н. Белозерским за 10 лет до работ Эвери и за 20 лет до открытия двойной спирали ДНК. Мимо внимания Белозерского не прошло появление экспериментальных свидетельств в пользу особой роли ДНК. В 1948 г., делая обзор исследований функций ядра и цитоплазмы, он указал на последствия открытия Эвери (Белозерский, 1948).

Примерно в то же время огромную роль в зарождении молекулярной биологии сыграл Владимир Александрович Энгельгардт. Учёному-биохимику принадлежат два значимых открытия: в 1931 г. он выявил ключевое явление в энергетике живой клетки — образование аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) за счёт энергии процессов биологического окисления, а в 1939 г. выяснил биохимический механизм сокращения мышц (Энгельгардт, Любимова, 1939). Именно эти работы ознаменовали переход от классической биохимии к молекулярной биологии. В работах, посвящённых основному структурному белку мышц — миозину, — Энгельгардтом (совместно с М.Н. Любимовой) было доказано, что миозин обладает свойством фермента аденозинтрифосфатазы — он расщепляет АТФ на неорганический фосфат и адениловую кислоту с освобождением энергии, за счёт которой и происходит сокращение мышечного волокна. Кроме того, у миозина при взаимодействии с АТФ изменяются свойства. В 1943 г. эта работа была отмечена Сталинской премией. Для доказательства своей теории Энгельгардт поставил следующий опыт: из нитей миозина было создано подобие мышечных волокон, в присутствии АТФ эти нити изменяли свои пластические свойства, сокращались наподобие мышц. Энгельгардт данны-

ми работами сформулировал «принцип единства химизма, функции и структуры», впоследствии ставший содержанием молекулярной биологии. В 1957 г. кандидатура Энгельгардта была представлена Нобелевскому комитету, по запросу Комитета, для выдвижения на Нобелевскую премию по физиологии и медицине¹⁰. Значение фундаментальных открытий в области исследования метаболизма органических фосфорных соединений, окислительного фосфорилирования и АТФ-активности сократительного белка миозина было оценено с большим опозданием.

К сожалению, как следует из библиографии трудов А.Н. Белозерского, все его последующие публикации, содержащие эти положения, были опубликованы в русскоязычных журналах, что препятствовало их своевременному восприятию в зарубежной науке. Следующая публикация Белозерского на французском языке в материалах 2-го Международного биохимического конгресса появилась только в 1952 г. (Belozerskii, 1952).

В августе 1939 г., после подписания советско-германского договора, практически все официальные контакты между советским и англо-американским биологическими сообществами были прекращены. Но после вступления СССР в войну против Германии советское и западное научные сообщества стали восстанавливать приостановленные контакты. А после окончания войны появились признаки начинающегося сотрудничества (Кременцов, 1996). Тематическое содержание междисциплинарного научного академического журнала «Вестник АН СССР» свидетельствует о наметившихся изменениях в международных связях. В 30-е гг. в журнале не упоминалось об успехах зарубежной науки, но начиная с 1945 г. появились рубрики «По страницам английских научных журналов», «Зарубежная печать о советской науке», «Научная жизнь США», «Международные научные связи». Со своей стороны, реферативные американские журналы *Biological Abstracts* и *Chemical Abstracts* стали помещать резюме русской научной литературы. Уже через 8 дней после окончания военных действий в июне 1945 г. Советский Союз пригласил на конгресс, посвящённый 220-летию АН СССР, 150 представителей зарубежной науки¹¹. Прибыло 123 участника. Среди приглашённых были представители ведущих научных организаций Великобритании, США, Франции¹². Биохимию представляли Дж. Нидхэм, Э. Обель, А. Сент-Дьерди. Получившие приглашения У. Брэгг, Дж. Холдейн, Т. Морган по идейным соображениям приглашение отклонили¹³. От Биологического отделения АН СССР с докладом «Фосфорная кислота и функции клетки» выступил академик АМН СССР В.А. Энгельгардт.

Отзывы участников были восторженными. Один из участников, профессор Альман по норвежскому радио 16 июля заявил:

¹⁰ Архив Российской Академии наук (далее — АРАН). Ф. 1960. Оп. 1. № 197. Л. 1–5.

¹¹ АРАН. Ф. 519. Оп. 1. № 34. 151 л. Учётные карточки участников.

¹² АРАН. Ф. 519. Оп. 1. № 18. 111 л. Были представлены университеты США и Европы: Университет Парижа, Страсбурга, Оксфордский, Лондонский, Кембриджский, Манчестерский, Колумбийский, Гарвардский, Йельский, Джона Хопкинса, Калифорнийский. Институты: Пастера, Радия, Смитсона, Карнеги, Рокфеллеровский медицинских исследований, Калифорнийский технологический, Эколь Нормаль.

¹³ АРАН. Ф. 519. Оп. 1. № 21. 68 л.

Уже через 8 дней после окончания военных действий Советский Союз пригласил на этот конгресс 145 иностранных представителей научных институтов. Только это уже и было замечательным, т. к. всем известно о тех огромных потерях, которые понесла Россия и насколько опустошенной является ее восточная часть. Еще более замечательным было то, что Сталин сказал, что наука наряду с вооруженными силами сделала возможным выйти России из войны победительницей. Насколько мне известно, подобное заявление было первым в истории, когда правительство признало значение науки в борьбе за существование своей страны. Юбилей явился чествованием науки, выигравшей победу. Но он явился демонстрацией значения науки для народа. На юбилее было высказано пожелание со стороны властей об ослаблении русской изоляции. Свободный научный обмен стоит как над политическими, так и над экономическими границами¹⁴.

Однако надежды на снятие изоляции не оправдались. Свободный научный обмен просуществовал недолго. В СССР постановлением ЦК ВКП(б) от 1946 г. резко сокращается число выписываемых зарубежных научных журналов. С 1946 г. в «Вестнике Академии наук СССР» закончились обзоры иностранной литературы. Право выписки иностранных журналов было предоставлено только для действительных членов Академии наук. Более того, в июле 1947 г. в постановлении ЦК ВКП(б) было отмечено, что издание советских научных журналов на иностранных языках наносит серьёзный ущерб советскому государству, предоставляя иностранной разведке результаты достижений советской науки:

Издание Академией Наук СССР научных журналов на иностранных языках в то время, когда ни одна страна не издает научных журналов на русском языке, роняет достоинство Советского Союза и не отвечает задаче воспитания ученых в духе советского патриотизма» (Академия наук в решениях Политбюро ЦК РКП(б) — ВКП(б) — КПСС. 2000, с. 356).

Ввиду этого с июля 1946 г. было прекращено издание журналов АН СССР на иностранных языках.

Выезд за границу ограничивался представительскими персонами. На каждого выезжающего Министерство госбезопасности СССР предоставляло сведения, что компрометирующих сведений не имеется (там же). Правда, в ноябре 1946 г. В.А. Энгельгардту разрешили выезд во Францию на конгресс, посвященный 50-летию со дня смерти Луи Пастера. Однако к этому времени он уже был действительным членом АМН СССР и членом-корреспондентом АН СССР, лауреатом Сталинской премии первой степени.

Тем не менее работы Белозерского стали известны зарубежному научному сообществу, и в 1947 г. Белозерский получил приглашение представить доклад на XII Симпозиум по количественной биологии в Лаборатории в Колд-Спринг-Харбор¹⁵. Каждый симпозиум был посвящён определённой биологической пробле-

¹⁴ АРАН. Ф. 519. Оп. 1. № 581. Л. 6.

¹⁵ Лаборатория Колд-Спринг-Харбор (Cold Spring Harbor Laboratory — CSHL,) штат Нью-Йорк, основанная в 1890 г. как образовательное учреждение, готовящее преподавателей по биологии, сформировала современные биомедицинские исследования и образовательные программы по раку, неврологии, биологии растений и количественной биологии. С 1910 по 1939 г. Лаборатория была центром евригенетических исследований, проводимых Чарльзом Дэвенпортом и Гарри Лафлином. В 1941, а с 1945-го ежегодно, по инициативе основопо-

матике. Просмотренные в сборниках списки авторов с 1933 по 1959 г. показывают, что кроме А.Н. Белозерского приглашенных докладчиков из СССР не было никогда. Если не считать В.К. Зворыкина в 1941 г., но он уже был американским подданным¹⁶. В 1942 г. В.М. Данчакова приняла участие в 10-м симпозиуме по количественной биологии в Колд-Спринг-Харборе. Но и она окончательно обосновалась к тому времени в США (Фандо, 2020). Только Л.А. Зильбер в 1962 г. и А.С. Спириин в 1963 г. впервые представили отечественную молекулярную биологию на этом симпозиуме.

Темой симпозиума 1947 г. были нуклеиновые кислоты и нуклеопротеиды. На симпозиуме были представлены доказательства генетической роли ДНК и постоянства количества ДНК на гаплоидный набор хромосом. В списке участников симпозиума корифеи в области исследования нуклеиновых кислот: Ж. Браше, Э. Чаргафф, С. Шпигельман, М. Демерец (с 1941 по 1960 г. директор CSHL), Дж. Бидл, Дж. Ледерберг и Э. Тейтем, С. Луриа¹⁷. Приглашение Белозерского свидетельствовало о признании его работ молекулярными биологами. Андрей Николаевич на симпозиуме не присутствовал, но доклад «О нуклеопротеинах и полинуклеотидах некоторых бактерий» представил, и он был опубликован в материалах симпозиума (Belozersky, 1947). О каком личном присутствии Андрея Николаевича, ученика расстрелянного в 1942 г. А.Р. Кизеля, в бывшем центре евгенических исследований и накануне печально известной сессии ВАСХНИЛ могла идти речь? Само название «молекулярная биология» не получило прав гражданства в СССР до середины 60-х гг. и воспринималось настороженно, как нечто совершенно чуждое отечественной биологии. В этом сказывалось наследие пережитых нашей биологической наукой трудных лет, а также элементы консерватизма. По воспоминаниям академика Ю.Ф. Богданова:

С.Е. Северин в 1953–1955 гг. просто опасался говорить о наследственности. Профессор Андрей Николаевич Белозерский, читавший курс биохимии растений для «ботанического» потока, по свидетельству моих однокурсников, тоже помалкивал о генетической роли ДНК. Это несмотря на то, что он сам был участником знаменитого во всем мире Симпозиума по количественной биологии, который проходил летом 1948 г. (накануне лысенковской сессии ВАСХНИЛ) в Колд Спринг Харборе в США и на котором всему миру было объявлено о роли ДНК в качестве переносчика наследственной информации». Андрей Николаевич

ложников молекулярной генетики, представителей «фаговой группы» Сальвадора Луриа (Индиана Университет), Макса Дельбрюка (Вандербильт Университет) и Альфреда Херши (Вашингтон Университет Сен-Луи) проводились летние симпозиумы по молекулярной биологии. Вся молекулярная биология прошла через эти симпозиумы. Д. Уотсон, автор двойной спирали ДНК, был директором и президентом Лаборатории с 1968 по 2007 г.

¹⁶ Доклад Зворыкина “Image formation by electrons” (Формирование изображений электронами). Тема симпозиума “Genes and Chromosomes: Structure and Organization” (Гены и хромосомы. Структура и организация).

¹⁷ Е. Тейтем, Дж. Бидл и Дж. Ледерберг — Нобелевская премия по физиологии и медицине 1958 г. за открытия, касающиеся роли генов в биохимических процессах и за генетическую рекомбинацию. С. Луриа, М. Дельбрюк и А. Херши — Нобелевская премия 1969 г. за открытие механизма репликации и генетической структуры вирусов. Жан Браше в 1941 г. первым указал на роль РНК и клеточного ядра в синтезе белка. Э. Чаргафф — автор «правила Чаргаффа». С. Шпигельман разработал метод гибридизации нуклеиновых кислот.

Белозерский после 1948 г. не показывал никому том трудов этого симпозиума [неверный год, симпозиум был в 1947 г. — *Прим. автора*] (Богданов, 2012, с. 24).

Международные биохимические конгрессы

Участие советских биохимиков в международных биохимических конгрессах можно рассматривать как характеристику меняющейся научной политики в СССР. Кроме того, активность участников от СССР иллюстрирует распространение молекулярно-биологических исследований. Господство лысенковской биологии и политика ограничения контактов с зарубежными странами не давали возможности советским учёным участвовать в международных научных мероприятиях. С середины 50-х гг. ситуация начинает постепенно меняться.

Молекулярная биология была представлена на международных биохимических конгрессах, которые проводились каждые три года, начиная с 1949 г. I биохимический конгресс состоялся в Кембридже. Список участников включает самых значимых представителей биологической химии к 1949 г. Опубликованные тезисы докладов (*“Abstracts of Communications”*) содержат имена не менее двадцати будущих номинантов и лауреатов Нобелевских премий по химии, физиологии и медицине. Это было первое столь массовое международное мероприятие, проводившееся после длительного перерыва в научных контактах, обусловленное войной 1939–1945 гг. Стремление возобновить научное сотрудничество привлекло к участию в конгрессе исследователей из разных стран. Однако отмечалось, что не были представлены сообщения от Германии и СССР. Впрочем, четверо немецких учёных присутствовали на конгрессе в качестве слушателей (Slater, 2000).

В 1952 г. в Париже, в Сорбонне состоялся II Международный биохимический конгресс. В работе конгресса приняли участие 2 200 учёных из разных стран. Представителей Великобритании было около 400 человек. Среди участников были те, кого мы причислим позднее к классикам молекулярной биологии (Э. Чаргафф, М. Дельбрюк, Л. Полинг, М. Перутц, Ж. Моно, Дж. Уотсон, Ф. Крик, А. Львов). На конгрессе были представлены следующие области биохимии: (1) минеральные соединения; (2) липиды; (3) аминокислоты и белки; (4) нуклеопротеиды; (5) пигменты; (6) витамины; (7) ферменты и коферменты; (8) метаболизм углеводов; (9) метаболизм белков; (10) биохимия растений; (11) фотосинтез; (12) клиническая химия; (13) иммунохимия; (14) фармакология; (15) биохимия мышц, крови, костей; (16) химия рака; (17) химиотерапия; (18) приборы и методы. Состав участников показывал, что политическая ситуация нормализовалась: Германию представляли 166 докладчиков, Восточную Европу — 17, в том числе 6 докладчиков из Советского Союза (Slater, 2000, p. 331). Участие советских биохимиков стало предметом обсуждения в марте 1952 г. на высоком уровне в Политбюро ЦК КПСС, с участием В.М. Молотова, Г.М. Маленкова, Л.П. Берии, Л.М. Кагановича, Н.С. Хрущёва¹⁸. Директивными указаниями были утверждены состав делегации и представленные доклады.

¹⁸ Об участии советских учёных во II Международном биохимическом конгрессе. 8 марта 1952 г. Протокол № 86, п. 38 // Академия наук в решениях Политбюро ЦК РКП(б) — ВКП(б) — КПСС. 1922–1991. 1922–1952. М.: РОССПЭН, 2000. Т. 1. С. 521.

В своих докладах и сообщениях члены делегации должны популяризировать подлинно научные материалистические основы мичуринско-павловской биологической науки. А также показать успехи советской биохимической науки¹⁹.

На пленарном заседании доклад «Изменение действия энзимов растительной клетки под влиянием внешних воздействий» на русском языке сделал А.И. Опарин. На секционных докладах В.Н. Орехович представил сообщение «Проколлагены, их химическое строение и биологическая роль», В.А. Энгельгардт «К энзимологии миозина». Белозерский так же принял участие с докладом (Belozerskii, 1952). В.А. Палладин; Х.С. Коштыянец; С.Е. Северин, Г.В. Выгодчиков; Н.М. Сисакян зачитали свои доклады на секционных заседаниях. Материалы конгресса были опубликованы не только во Франции, но и в СССР на русском языке²⁰.

III биохимический конгресс проходил в 1955 г. в Брюсселе. Белозерский выступил с докладом (Belozerskii, 1955). К этому времени работа об открытии двойной спирали ДНК была опубликована (Watson, Crick, 1953). Ф. Крик присутствовал на конгрессе, но доклад не делал. О работе Уотсона и Крика, как о предполагаемой модели, упомянул только О. Маало в сообщении о генетической роли вирусной ДНК (Slater, 2000, p. 332). На этом конгрессе был организован Международный союз биохимиков (IUB)²¹.

IV биохимический конгресс проходил в Вене в 1958 г. Это был первый Международный биохимический конгресс, на котором была широко представлена молекулярная биология, объединившая докладчиков на симпозиуме с незатейливым названием «Белки» (Proteins). Следующий, V Конгресс проводился в Москве в августе 1961 г. И он имеет некоторые особенности (Slater, 2000, p. 332). При подготовке проходившего в Москве V Международного биохимического конгресса намерение назвать один из симпозиумов «Молекулярная биология» натолкнулось на сопротивление, и этот симпозиум фигурировал под другим названием (Энгельгардт, 1967, с. 598–612). Однако, по мнению Энгельгардта, именно этот симпозиум сыграл существенную роль в становлении у нас новой науки. Многие из заслушанных на нём докладов содержали материалы первостепенного, решающего значения, такие как первый шаг раскрытия генетического кода, полная характеристика трёхмерной структуры макромолекулы белка, структура вирусов, молекулярный механизм мутаций и т. д. Все эти успехи ознаменовали наступление новой эры в исследовании живого мира, не могли не найти резонанса в научном мире, и начало 60-х гг. явилось переломным моментом в росте исследовательской работы в области молекулярной биологии в нашей стране.

Хотя к этому времени между биохимиками разных стран установились тесные научные контакты, проявившиеся в том числе и в возможности научного обмена, Советский Союз представлял для большинства учёных неизвестную территорию. За неделю до начала конгресса европейские участники прибыли на лайнере «Эстония» из Лондона в Ленинград. В Ленинграде их встречали организаторы конгресса

¹⁹ Об участии... С. 521.

²⁰ Доклады на Втором Международном биохимическом конгрессе. Париж. 1952. М.: АН СССР. 512 с.

²¹ Впоследствии называемый International Union of Biochemistry and Molecular Biology — IUMB. А.Н. Белозерский, В.А. Энгельгардт, С.Е. Северин, А.Е. Браунштейн были его членами.

Н.М. Сисакян и В.А. Энгельгардт. Ночным экспрессом участников доставили в Москву. В Москве они обратили внимание на развешенные повсюду флаги и баннеры. Однако это было не приветствие участникам конгресса, как они решили вначале, а празднование благополучного приземления второго советского космонавта Германа Титова. Участникам конгресса предоставили возможность присутствовать на Красной площади, на демонстрации по поводу этого события.

Совпадение по времени этих двух событий, по воспоминаниям очевидца (Slater, 2000, p. 332), создавало некоторые трудности. В частности, заседание одного из симпозиумов в зале Московского университета было прервано пресс-конференцией Титова, которую решили проводить в это же время и в этом зале и председателем на которой был президент АН СССР М.В. Келдыш. Кроме того, большинство участников конгресса не подозревали, что, пока они находились в Москве, отношения СССР с западными странами достигли критической точки в связи с воздвигаемой Берлинской стеной²². Это создало определённые трудности для некоторых участников, возвращающихся в Лондон на океанском лайнере *S.S. Baltica* (осуществлял круизные перевозки по линии Ленинград — Лондон) с остановкой в Ростоке (ставшем внезапно городом в составе ГДР). Они обнаружили, что их обратные билеты были отменены, и им пришлось задержаться ещё на одну незапланированную ночь в Москве. Во всём остальном конгресс протекал более-менее спокойно.

Следует отметить выступление М. Ниренберга, который представил для небольшой группы учёных доклад по расшифровке кодонов²³. В ходе эксперимента Ниренберг (совместно с Г. Матей) расшифровал первый из 64 триплетных кодонов в генетическом коде с использованием гомополимеров нуклеиновых кислот для трансляции определённых аминокислот. Небывалый случай для любой Международной научной конференции произошёл в Москве: Ф. Крик убедил руководителей конференции пригласить Ниренберга на следующий день, чтобы повторить это сенсационное сообщение. Повторное сообщение пришли послушать более тысячи человек, принявшие его восторженно, как первое разъяснение генетического кода. Следующий, VI конгресс состоялся в 1964 г. в США. Логотипом конгресса стала двойная спираль, объект молекулярной биологии.

Участие в конгрессах открыло советским учёным доступ к зарубежным достижениям в молекулярной биологии и сделало их полноправными членами мирового научного пространства. Результатом этого вхождения стала институализация молекулярной биологии в начале 60-х гг. Известие об открытии структуры ДНК проникало в советскую научную среду медленно. Доступ к зарубежной научной литературе даже в 50-х годах был затруднён. Члены Академии наук (академики и члены-корреспонденты) имели доступ к журналам *Science* и *Nature*, где обсуждалась значимость этого открытия и шла дискуссия вокруг поисков генетического кода. Но лишь немногие из членов Академии разбирались в вопросах наследственности, в значимости этих работ для науки о жизни. Среди биологов преобладали зоологи, ботаники, физиологи, все — весьма далёкие от проблем наследственности. Генетики понимали значение открытия структуры ДНК для биологии, но они не имели руководящих постов в науке, они были отстранены от этих постов после сес-

²² 13 августа 1961 г. была возведена Берлинская стена.

²³ М.В. Ниренберг (M.V. Nirenberg, USA) — лауреат Нобелевской премии по физиологии и медицине 1968 г. за расшифровку генетического кода и его роли в синтезе белков.

сии ВАСХНИЛ в 1948 г. Конгрессы стали «окном в мир». Энгельгардт и Белозерский были готовы к восприятию идеологии молекулярной биологии, родившейся на Западе. Исследования этих биохимиков сделали их основателями идеи молекулярных механизмов действия биологических молекул в живых тканях. В 60-х гг. они, наконец, получили возможность воплотить свои идеи в преподавательской, организационной и исследовательской работе. Именно они выступили через несколько лет инициаторами создания научно-исследовательских структур, объединяющих биологию с точными науками. В 1957 г. по инициативе В.А. Энгельгардта был организован Институт физико-химической биологии АН СССР, в 1965 г. наконец получивший название Института молекулярной биологии. А.Н. Белозерский выступил инициатором и заведующим организованной в 1965 г. при Московском университете Межфакультетской лаборатории биоорганической химии (совр. Институт физико-химической биологии им. А.Н. Белозерского), главным направлением деятельности которой стала молекулярная биология.

Литература

- Академия наук в решениях Политбюро ЦК РКП(б) — ВКП(б) — КПСС. 1922–1991. Т. 1. / Сост. В.Д. Есаков. М.: РОСПЭН. 2000. 591 с.
- Белозерский А.Н.* О нуклеиновом комплексе ростков семян гороха // Ученые записки МГУ. 1935. Вып. 4. Биология. С. 209–215.
- Белозерский А.Н.* О ядре у бактерий // Микробиология. 1944. Т. 13. С. 23–31.
- Белозерский А.Н.* Нуклеопротеиды клеточного ядра и цитоплазмы // Совещание по белку. V конференция по высокомолекулярным соединениям. Сборник докладов / Под ред. А.И. Опарина и А.Г. Пасынского. М.-Л.: АН СССР. 1948. С. 146–155.
- Богданов Ю.Ф.* Очерки о биологах второй половины XX века. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. 508 с.
- Ванюшин Б.Ф.* Молекулярная биология // История биологии с начала XX века до наших дней / Ред. Л.Я. Бляхер. М.: Наука, 1975. С. 449–473.
- Готтих Б.П.* Стоит вспомнить не только прогнозы Ф. Крика // Молекулярная биология. 2000. Т. 26. № 10. С. 772–776.
- Инге-Вечтомов С.Г.* Матричный принцип как парадигма современной генетики // Генетика. 2013. Т. 49. № 1. С. 9–15.
- Кожевников А.Б.* Филантропия Рокфеллера и советская наука // Вопросы истории естествознания и техники. 1993. № 2. С. 80–111.
- Конобеевский С.Т.* Рентгеновский структурный анализ и рентгеноспектроскопия за 30 лет // Успехи физических наук. 1947. Т. XXXIII. Вып. 4. С. 533–548.
- Кременцов Н.Л.* «Американская помощь» в советской генетике, 1945–1947 // Вопросы истории естествознания и техники. 1996. № 3. С. 25–41.
- Крик Ф.Г.* Молекулярная биология в 2000 году // Биоорганическая химия. 2000. Т. 26. № 10. С. 756–760.
- Курсанова Т.А.* Социокультурные особенности формирования молекулярной биологии в СССР // Вопросы истории естествознания и техники. 2018. Т. 39. № 4. С. 643–659.
- Маккей А.* Джон Бернал и его лаборатория // Химия и жизнь. 2002. № 1. С. 50–53.
- Смолеговский А.М.* У.Л. Брэгг и его роль в создании структурной кристаллохимии. М.: ИИЕТ РАН, 2009. 200 с.
- Спирин А.С.* (отв. ред.) Андрей Николаевич Белозерский: к 100-летию со дня рождения: научная и педагогическая деятельность, воспоминания, материалы. М.: Наука, 2006. 370 с.
- Уотсон Дж.* Двойная спираль. М.: Аст, 2013. 105 с.

Фандо Р.А. «Дело профессора В.М. Данчаковой», или непростые годы русской американистики в Стране Советов // Вопросы истории естествознания и техники. 2020. Т. 41. № 2. С. 244–279.

Энгельгардт В.А., Любимова М.Н. Аденозинтрифосфатаза и миозин мышцы // Биохимия. 1939. Т. 4. № 6. С. 516–534.

Энгельгардт В.А. Пути и задачи молекулярной биологии // Вестник Академии наук СССР. 1962. Т. 32. № 6. С. 29–36.

Энгельгардт В.А. Молекулярная биология // Развитие биологии в СССР / Под ред. Е.Е. Быховского. М.: Наука. 1967. С. 598–612.

Энгельгардт В.А. Молекулярная биология // Большая Советская энциклопедия / Под ред. А.М. Прохорова. М.: Советская энциклопедия. 1974. Т. 16. С. 451–452.

Юрин В.А. Кристаллография // Развитие физики в СССР. Кн. 1 / Под. ред. Л.А. Арцимовича. М.: Наука. 1967. С. 274–297.

Astbury W.T. Progress of X-ray analysis of organic and fibre structures // Nature. 1946. Vol. 157. P. 121.

Astbury W.T. Adventures in molecular biology. (The Harvey Lecture, 1950.) // [Электронный ресурс]. New York.: Harvey Social Series. 1951. № 46. P. 3–44. URL: https://www.leeds.ac.uk/heritage/Astbury/What_is_molecular_biology/ (дата обращения 07.08.2020).

Belozerskiy A.N. On the Nucleoproteins and Polynucleotides of certain Bacteria // [Электронный ресурс]. Cold Spring Harbor Symposia of Quantitative Biology. Nucleic acids and nucleoproteins. 1947. Vol. 12. P. 1–6. URL: <http://library.cshl.edu/symposia/1947/index.html> (дата обращения: 13.11.2020).

Belozerskii A.N. Sur les fractions antigéniques des bactéries du group intestinal // II Congrès Internationale de biochimie. Paris, 21–27 Juillet 1952. Résumés des communications. Paris: Masson, 1952. P. 381–382.

Belozerskii A.N. О фосфатно-нуклеиновых комплексах дрожжей и о химической природе валютина // III Congrès International de biochimie. Bruxelles, du 1 au 6 aout 1955. Résumés des communications. Liege. 1955. P. 78.

Bernal J.D. William Thomas Astbury. 1898–1961 // Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society. 1963. Vol. 9. № 11. P. 1–35.

Fruton J.S. Molecules and Life: Historical Essays on the Interplay of Chemistry and Biology. N.-Y.: Wiley-interscience, 1972. 579 p.

Kay L.E. The Molecular Vision of Life. Caltech, the Rockefeller Foundation and the Rise of New Biology. New York: Oxford Press, 1993. 304 p.

Kiesel A., Belozerskii A. ber die Nukleinsäure und die Nucleoproteide der Erbsenkeime // Hoppe-Seiler's Zeitschrift für physiologische Chemie. 1934. Bd. 229. S. 160–166.

Morange M.A. History of Molecular Biology. Cambridge US: Harvard University Press. 2000. 336 p.

Slater E.C. International Congresses of Biochemistry — Personal recollection // International Union of Biochemistry and Molecular Biology (IUBMB). Life. 2000. Vol. 49. P. 331–337.

Thomas J.M. Architects of Structural Biology. Oxford: University Press, 2020. 320 p.

Watson J.D. The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA. New York: Athenium. 1968. 226 p.

Watson J.D., Crick F.H. Molecular Structure of Nucleic Acids. A structure for Deoxyribose Nucleic Acid // Nature. 1953. Vol. 171. Iss. 4356. P. 737–738.

Weaver W. Molecular biology. The origin of the term // Science. 1970. Vol. 170. Iss. 3958. P. 581–582.

Between biochemistry, physics, and politics. Characteristics of molecular biology in the USSR (1930s–1960s)

TATIANA A. KURSANOVA

N.I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology, Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russia; kursanovata@mail.ru

This article examines the factors that influenced the formation of molecular biology in the USSR. In the 1930s, the first works in the field of biochemistry appeared that later became fundamental for molecular biology. These are the works of A.N. Belozersky, who proved the universality of nucleic acids and linked nucleic acids to nucleolar substance. As a result of his studies on muscle myosin, W.A. Engelhardt formulated the principle of the unity of chemistry, function and structure, which later became the content of molecular biology. Despite the presence of talented scientists and conclusions that were ahead of their time, molecular biology in Russia lagged behind the respective international studies. One of the reasons for this lag was Russian biology's isolation from European science due to the Soviet scientific policy towards non-Michurin biology. The isolation of scientists manifested as the restriction of visits to foreign laboratories and international biochemical conferences, their inability to read foreign periodicals and publish in foreign scientific journals. The state of research in Russia is discussed in the context of the development of molecular biology internationally. In Russia, biological chemistry served as the basis for the formation of molecular-biology research while European and American science found its basis in physics and physical methods, mainly X-ray structure analysis, which accelerated this process. The author pays special attention to X-ray structure analysis as a method for studying manifestations of classical biology at the molecular level. In Western science, interdisciplinarity became a science policy supported by the Rockefeller Foundation. The lack of government support, conservative scientific policy, and restrictions on international contacts persisted in Russia until the late 1950s. The research in molecular biology was classified as biochemistry. It was only by 1962 that the first institutes became officially designated for research in molecular biology and Russian molecular biology was granted the right to exist as an independent science.

Keywords: Molecular Biology, Belozersky A.N., Engelhardt W.A., Cavendish Laboratory, The Rockefeller Foundation, X-ray structure analysis, nucleic acids, proteins, International Congresses of Biochemistry.

References

- Astbury W.T. (1946). Progress of X-ray analysis of organic and fibre structures, *Nature*, 157, 121.
- Astbury W.T. (1951). Adventures in molecular biology. (The Harvey Lecture, 1950.). New York: *Harvey Social Series*, 46, 3–44. Retrieved from https://www.leeds.ac.uk/heritage/Astbury/What_is_molecular_biology/
- Belozersky A.N. (1935). O nukleinovom komplekse rostkov semian gorokha [About the nucleic acid complex of pea seed sprouts], *Uchenye zapiski MGU, Biologiya* [Scientific notes of Moscow State University, Biology], 4, 209–215. (in Russian).
- Belozersky A.N. (1944). O iadre u bakterii [About the nucleus of bacteria]. *Mikrobiologiya* [Microbiology], 13, 23–31. (in Russian).
- Belozersky A.N. (1947). On the Nucleoproteins and Polynucleotides of certain Bacteria, *Cold Spring Harbor Symposia of Quantitative Biology. Nucleic acids and nucleoproteins*, 12, 1–6. Retrieved

from <https://library.cshl.edu/symposia/1947/index.html/> Belozersky A.N. (1948). Nukleoproteidy kletocznego iadra i tsitoplazmy [Nucleoproteins of the cell nucleus and cytoplasm]. In *Soveshchanie po belku. V konferentsiia po vysokomolekuliarnym soedineniiam. Sbornik dokladov* [Protein Meeting. V Conference on High Molecular Weight Compounds. Collection of reports], Moscow: AN SSSR, 145–155. (in Russian).

Belozerskii A.N. (1952). Sur les fractions antigéniques des bactéries du group intestinal // *II Congrès Internationale de biochimie, Paris, 21-27 Juillet 1952. Résumés des communications*, (pp. 381–382), Paris: Masson. Belozerskii A.N. (1955). O fosfatno-nukleinovykh kompleksakh drozhzheĭ i o khimicheskoi prirode valutiina [On phosphate nucleic complexes of yeast and on the chemical nature of valutin] // *III Congrès International de biochimie. Bruxelles, 1-6 aout 1955. Résumés des communications*, (p. 78), Liège: Impr. Desoer. (in Russian). Bernal J.D. (1963). William Thomas Astbury. 1898–1961, *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society*, 9 (11), 1–35.

Bogdanov Iu.F. (2012). *Ocherki o biologakh vtoroi poloviny XX veka* [Essays on biologists of the second half of the twentieth century], Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniĭ KMK. (in Russian).

Engelhardt W.A., Lubimova M.N. (1939). Adenozintrifosfataza i miozin myshtsy [Adenosine triphosphatase and muscle myosin], *Biokhimiia* [Biochemistry], 4 (6), 516–534. (in Russian).

Engelhardt W.A. (1962). Puti i zadachi molekuliarnoi biologii [Molecular Biology Pathways and Challenges], *Vestnik Akademii nauk SSSR* [Herald of the Academy of Sciences of the USSR], 32 (6), 29–36. (in Russian).

Engelhardt W.A. (1967). Molekuliarnaia biologiiia [Molecular biology] // *Razvitie biologii v SSSR* [Development of biology in the USSR], (pp. 598–612), Moscow: Nauka. (in Russian).

Engelhardt W.A. (1974). Molekuliarnaia biologiiia [Molecular biology]. In *Bol'shaia Sovetskaia entsiklopediia* [Great Soviet Encyclopedia], (Vol. 16, p. 451–452). Moscow: Sovetskaia entsiklopediia. (in Russian).

Esakov V.D. (comp). (2000). *Akademiia nauk v resheniiakh Politbiuro TSK RKP (b) — VKP (b) — KPSS. 1922–1991. T. 1* [Academy of Sciences in the decisions of the Politburo of the Central Committee of the RCP (b) — VKP (b) — KPSS. Vol. 1], Moscow: Rospen. (in Russian).

Fando R.A. (2020). “Delo professora V.M. Danchakovoĭ”, ili neprostye gody russkoĭ amerikanki v Strane Sovetov [“The case of Professor V.M. Danchakova,” or the difficult years of the Russian American in the Country of Soviets], *Voprosy Istorii Estestvoznaniia i Tekhniki*, [Issues of the history of natural science and technology], 41 (2), 244–279. (in Russian).

Fruton J.S. (1972). *Molecules and Life: Historical Essays on the Interplay of Chemistry and Biology*, New-York: Wiley-interscience. Gottich B.P. (2000). Stoit vspomnit' ne tol'ko prognozy F. Krika [It is worth remembering not only the forecasts of F. Crick], *Molekuliarnaia biologiiia* [Molecular biology], 26 (10), 772–776. (in Russian).

Inge-Vechtomov S.G. (2013). Matrichnyi printsip kak paradigma sovremennoi genetiki [The matrix principle as a paradigm of modern genetics], *Genetika*, 49 (1), 9–15. (in Russian).

Yurin V.A. (1967). Kristallografiia [Crystallography]. In *Razvitie fiziki v SSSR* [Development of physics in the USSR], (Vol. 1, pp. 274–297), Moscow: Nauka. (in Russian).

Kay L.E. (1993). *The Molecular Vision of Life. Caltech, the Rockefeller Foundation and the Rise of New Biology*, New York: Oxford Press.

Kiesel A., Belozerskii A. (1934). Über die Nukleinsäure und die Nukleoproteide der Erbsenkeime, *Hoppe-Seiler's Zeitschrift für physiologische Chemie*, 229, 160–166. (in German).

Konobeevsky S.T. (1947). Rentgenovskii strukturnyi analiz i rentgeno-spektroskopiia za 30 let [X-ray structural analysis and X-ray spectroscopy over 30 years], *Uspekhi fizicheskikh nauk* [Advances in physical sciences], XXXIII (4), 533–548. (in Russian). Kozhevnikov A.B. (1993). Filantropiia Rokfelleria i Sovetskaia nauka [Rockefeller Philanthropy and Soviet Science], *Voprosy Istorii Estestvoznaniia i Tekhniki* [Issues of the history of natural science and technology], 2, 80–111. (in Russian).

Kremontsov N.L. (1996). “Amerikanskaia pomoshch” v sovetskoĭ genetike, 1945–1947 [“American Aid” in Soviet Genetics, 1945–1947], *Voprosy Istorii Estestvoznaniia i Tekhniki* [Issues of the history of natural science and technology], 3, 25–41. (in Russian).

Krik F.G. (2000). Molekuliarnaia biologiiia v 2000 godu [Molecular biology in 2000], *Bioorganicheskaia khimiia* [Bioorganic chemistry], 26 (10), 756–760. (in Russian).

Kursanova T.A. (2018). Sotsiokul’turnye osobennosti formirovaniia molekuliarnoĭ biologii v SSSR [Sociocultural features of the formation of molecular biology in the USSR], *Voprosy Istorii Estestvoznaniia i Tekhniki* [Issues of the history of natural science and technology], 39 (4), 643–659. (in Russian).

McKay A. (2002). Dzhon Bernal i ego laboratorii [John Bernal and his lab], *Khimiia i zhizn’* [Chemistry and life], 2, 50–53. (in Russian).

Morange M.A. (2000). *History of Molecular Biology*, Cambridge US: Harvard University Press.

Slater E.C. (2000). International Congresses of Biochemistry — Personal recollection, *International Union of Biochemistry and Molecular Biology (IUBMB). Life*, 49, 331–337.

Smolegovsky A.M. (2009). *W. Brëgg i ego rol’ v sozdanii strukturnoi kristalokhimiĭ* [W. L. Bragg and his role in creating structural crystal chemistry], Moscow: S.I. Vavilov Institute for the history of science and technology. (in Russian).

Spirin A.S. (ex. ed.) (2006). *Andreĭ Nikolaevich Belozerskiĭ: k 100-letiiu so dnia rozhdeniia: nauchnaia i pedagogicheskaia deiatel’nost’, vospominaniia, materialy* [Andrey Nikolaevich Belozersky: to the 100th anniversary of his birth: scientific and pedagogical activity, memories, materials], Moscow: Nauka. (in Russian).

Thomas J.M. (2020). *Architects of Structural Biology*, Oxford: University Press.

Vanyushin B.F. (1975). Molekuliarnaia biologiiia [Molecular Biology]. In *Istoriia biologii s nachala XX veka do nashikh dneĭ* [History of biology from the beginning of the 20th century to the present day], Moscow: Nauka.

Watson J.D. (2013). *Dvoĭnaia spiral’* [Double Helix], Moscow: Ast. (in Russian).

Watson J.D. (1968). *The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA*, New York: Athenium. Watson J.D., Crick F.H. (1953). Molecular Structure of Nucleic Acids. A structure for Deoxyribose Nucleic Acid, *Nature*, 171 (4356), 737–738.

Weaver W. (1970). Molecular biology. The origin of the term, *Science*, 170 (3958), 581–582.