

задача посильна для советских историков математики при условии, конечно, их координированных усилий и развития контактов со специалистами-математиками. Мы далеки при этом от призыва к приостановке работ в установившихся годами направлениях.

Одна из задач, к решению которой мы приближаемся,— создание при участии ведущих советских математиков обобщающего труда о математике XX в. Такого рода издание не имеет аналогов в мировой научной литературе и явится первой попыткой осмыслить процесс развития этой науки в нынешнем столетии.

Особое внимание следует уделить подготовке полноценных руководств по курсу истории математики, читаемому в высшей школе, а также литературы для учителей и учащихся средних школ. Укажем в связи с этим еще на одну сферу деятельности, которой мы занимаемся не в достаточной мере. Это — область идейно-воспитательной и культурной работы, которой уделяется столь видное место в новой редакции Программы КПСС. Популяризация математических знаний с учетом их истории — одно из действенных средств формирования кадров советской интеллигенции, проникнутой сознанием важности своего патриотического и интернационального долга. Нам следует активнее популяризовать математические знания, в частности пропагандировать жизнь и творчество тех математиков, чье гражданское поведение может служить примером подрастающему поколению, начиная с Архимеда в древности и Монжа в эпоху Великой Французской революции до таких деятелей советской науки, как В. А. Стеклов, О. Ю. Шмидт, М. В. Келдыш (мы называем только несколько имен математиков, к которым, разумеется, можно прибавить имена многих замечательных механиков, физиков, инженеров, для которых математика была важным инструментом исследования, таких, например, как Н. Е. Жуковский, К. Э. Циолковский и др.).

ПРОБЛЕМЫ ИСТОРИИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ БИОЛОГИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ

А. Н. ШАМИН

Концепция ускорения социально-экономического развития нашей страны красной нитью проходит через Политический доклад ЦК КПСС XXVII съезду партии, другие материалы и документы съезда, через выступления его делегатов. Особая роль в этом процессе отводится науке, в том числе биологической. Делегат съезда Директор Института общей генетики АН СССР А. А. Созинов, напомнив как на протяжении жизни одного поколения физика породила ряд событий исторического масштаба — становление атомной энергетики, освоение космоса, компьютеризацию и микроэлектронику, — отметил, что на пороге подобных открытий стоит и биология. Главные события этого исторического процесса происходят в сфере физико-химической биологии и биотехнологии.

Соответственно изменилась и структура науки. Ее предметная классификация и методологические принципы описания под воздействием комплексирования исследований и формирования сложнейших междисциплинарных переплетений во все большей степени должны учитывать проблемный, а иногда и прямо нормативный характер современной структуры науки. И все эти изменения связаны, иногда в значительной мере, с впечатляющими достижениями биологии, переместившими ее на передовые рубежи научного и технического прогресса.

Можно смело утверждать, что ныне идейная атмосфера в науке во все большей степени определяется биологией. Она вырабатывает свой, новый стиль мышления, который оказывает все большее воздействие на стиль мышления в науке в целом, причем не только в естествознании, но и в технических и даже гуманитарных науках [1].

Ранее мы уже рассматривали вопрос о смене лидирующих направлений в естествознании в условиях научных революций. Было отмечено, что имеются основания для распространения представления о том, что в развивающемся естествознании лидирующее положение начинает занимать биология [2, с. 4].

В триаде основных естественных наук (физики, химии, биологии) биологии ранее отдавалось должное скорее благодаря ее предмету и целям, нежели благодаря воздействию идей и значимости результатов для естествознания в целом. Ныне биологические науки принципиально отличаются от биологии XIX в., века Ч. Дарвина, и даже от биологии первой половины XX в. — века торжества экспериментальной биологии. Механизм этих изменений представляет значительный интерес и стал предметом пристального изучения, прежде всего благодаря тому, что прогресс биологии стал осознаваться как неотъемлемая часть революционных изменений в науке и технике в целом, как одна из предпосылок научно-технической революции [3].

Первоначально эти изменения объясняли как смену экстенсивной фазы развития последарвиновской биологии интенсивной экспериментальной фазой, в пределах которой сформировались классическая генетика и биохимия и которая привела биологию к «молекулярно-биологическому рубежу», после которого снова наступает экстенсивная фаза. Под интенсивной фазой здесь подразумевается существенное углубление знаний, выводящее их на новый уровень (т. е. введение новых понятий и (или) углубление содержания старых), а под экстенсивной — расшире-

ние уже достигнутого знания (т. е. увеличение объема понятий, расширение его на множество объектов) [4].

Однако мы полагаем, что изменения, происшедшие в биологии, гораздо глубже и носят революционный характер, что на смену классической биологии, описательной и объяснительной по своему характеру, пришла неклассическая биология с четко выраженной тенденцией к формированию новых теоретических основ с широкими границами общности — от надмолекулярных ансамблей до клеток, от клеток до организма и далее до сообществ организмов.

Доминирующую роль в этом процессе играет новое комплексное направление, целая область знания, возникшая в зоне взаимодействия химии, биологии и медицины. Эта область, получившая наименование физико-химической биологии, сформировалась и развивается в границах сложного исторического процесса, охватившего ряд самых разнообразных направлений естествознания и математики. Физико-химическая биология объединила биохимию, биофизику, биоорганическую химию, молекулярные биологию и генетику, ряд направлений иммунологии, вирусологии, микробиологии, цитологии и других наук. От химии она приобрела надежность постановки эксперимента, четкость и доказательность аналитических, синтетических и кинетических методов, от физики — разнообразие арсенала методов изучения материи, союз с математикой обеспечил точность, быстроту и полноту обработки результатов, универсальность и независимость подходов и оценок. Органическое единение всех этих слагаемых и дало начало качественно новой области науки о мире живого.

Необычайно важно следующее обстоятельство, смысл и детали которого еще только начинают исследоваться: в системе биологических наук физико-химическая биология выполняет важную интегрирующую функцию. На первый взгляд очевидно, что биология должна быть единой наукой — ведь едино само живое. Однако многогранность живого, его полиформность, многофакторность жизненных процессов привели исторически не только к специализации, но прямо к объективной дифференцированности биологического знания, а также к фантастической усложненности и даже внутренней несводимости биологического тезауруса.

Появление физико-химической биологии вызвало к жизни важный процесс (или сопровождалось им) — формирование новой семантики, впервые получившей возможность строиться на принципиально общей основе. Это явление связано со стремительными преобразованиями в постановке в биологии проблемы соотношения структуры и функций: впервые в области физико-химической биологии, конкретно в биоорганической химии, был достигнут предел реализации редукционистских программ биологии. Смысл биологических исследований теряется на уровнях ниже молекулярного. Самые сложные для химика молекулы — белки и нуклеиновые кислоты — для биолога являются предельно простыми системами, так как дальнейшее их упрощение ведет к потере биологических свойств.

Таким образом, физико-химическая биология в системе биологических наук выполняет важные интегрирующие функции. Ее развитие по существу ведет к формированию новой общей биологии клетки, причем пролагаются пути к формированию новой общей биологии организма.

Возникновение и развитие физико-химической биологии сделало очевидным достаточно далеко зашедшее деление биологии на область наук, изучающих одиночный организм, и область наук, изучающих сообщества организмов. Но физико-химическая биология (и генетика) одновременно формирует мосты между этими областями — и здесь проявляется ее интегративная функция.

Этот процесс глубоко историчен, физико-химическая биология (а в ее системе исторически первые — молекулярная биология и биоорганиче-

ская химия) ведет биологию к реализации предвидения К. А. Тимирязева, высказанного на рубеже XIX и XX вв.: «Морфология, становясь рациональной, поглощается физиологией» [5, с. 268]. Но это весьма общее высказывание тогда лишь подчеркивало глубокий раздел между биологией описательной («морфологией») и биологией экспериментальной («физиологией»), причем последняя сама находилась в стадии дифференциации, еще не была сцементирована общими теоретическими основами [6].

Решающие события, способствовавшие формированию физико-химической биологии, произошли в 50-х годах XX в. Расшифровка структуры ДНК, создание модели ее молекулы, знаменитой «двойной спирали», повлекли за собой множество открытий, причем не только экспериментальных, но и теоретических по самым строгим определениям. Подчеркнем, что сразу после создания «двойной спирали» один из ее авторов Ф. Крик опубликовал серию статей, в которых была сформулирована исследовательская программа молекулярной биологии. Им были предложены гипотезы — объяснения ряда фундаментальных процессов, обеспечивающих передачу биологической информации, была сформулирована «центральная догма» молекулярной биологии, введены представления об аминокислотном коде, предсказано существование «адапторов» — молекул, обеспечивающих «перевод» биологической информации с «языка» нуклеиновых кислот на «язык» белков и т. п.

Все эти гипотезы в течение непродолжительного времени подтверждены экспериментально, хотя ряд из них и подвергся корректировке: А. Н. Белозерский и А. С. Спирин предсказали существование информационной РНК, а Г. Темин и Д. Балтимор скорректировали «центральную догму» молекулярной биологии. Но все это вначале выглядело как прогресс в чисто когнитивной сфере: формировались новые представления о фундаментальных процессах — передаче наследственной информации, биосинтезе белка и т. д., возникли новые науки — молекулярная биология и молекулярная генетика. При этом происходили важные методологические сдвиги; по словам одного из основоположников молекулярной биологии Э. Чаргаффа, «генетики учились химически мыслить». Но даже он сомневался в том, что за быстрым прогрессом в области биологического эксперимента и формированием основ новой биологической теории последует переход в область практического использования новых достижений, а тем более далекими казались возможности создания биологических технологий, аналогичных технологиям химическим и физическим.

Ряд открытий в различных областях молекулярной биологии и биохимии открыл возможность управления наследственными механизмами живых организмов, а затем даже конструирования новых организмов путем модификации или даже синтеза наследственных молекул-генов или их фрагментов. Эти открытия показали, с одной стороны, что бурный рост молекулярной биологии не прекратился, с другой — что этот рост является не прорывом на узком участке фронта развития биологии, а лавинообразным процессом, захватывающим многие направления биохимии, энзимологии, биоорганической химии, иммунологии и т. п.

В результате этих открытий (среди них надо отметить исследования по иммобилизации ферментов и клеток, работы, связанные с манипулированием с генетическим материалом, создание гибридной техники и др.) биология оказалась вслед за физикой и химией включенной в процесс научно-технической революции (НТР). В рамках НТР особое значение приобретают прикладные структурные элементы физико-химической биологии, реализующиеся через биотехнологию и медико-биологические исследования. Однако именно на примере физико-химической биологии особо проявилось исключительное значение фундаментальных исследований, теснейшим образом сближенных, а иногда прямо структурно (и даже организационно) соединенных с прикладными исследова-

ниями для решения разнообразных практических и технологических задач.

Именно в области физико-химической биологии и биотехнологии были зафиксированы случаи, когда фундаментальные исследования реализовались как прикладные и находили выход в практику в одной и той же лаборатории, причем были результатом деятельности одного и того же мозга и одних и тех же рук. Наиболее выразительным примером этого являются исследования в области генетической инженерии — создание новых генов и введение их в бактерии для получения веществ, нормально бактерией не синтезируемых, например инсулина человека или интерферона. В этих случаях фундаментальные исследования, связанные с получением и усовершенствованием генетического материала, разработкой методов его введения в живую клетку сопровождалась получением промышленного штамма микроорганизмов. В Советском Союзе эти работы привели к рекордно быстрым срокам внедрения новых технологий: переход от фундаментальных исследований к промышленному производству осуществлялся буквально за несколько дней.

Развитие биотехнологии не было внезапным. Оно явилось результатом не только выдающихся научных достижений (хотя они были решающим фактором), но и итогом достаточно длительного развития бродильных производств (одних из самых древних в мире), затем микробиологических производств и ряда направлений химического машиностроения. Мощным стимулом создания предпосылок формирования биотехнологии были открытие антибиотиков и создание антибиотической промышленности.

Однако биотехнология — это качественно новый этап в истории науки и техники, а также в истории научно-производственной деятельности. Ее появление знаменует переход промышленного производства в целом на новый уровень, появление широких возможностей использования в очень широких масштабах возобновляемых запасов сырья и энергии. Это новый фактор, имеющий огромные экономические и экологические последствия.

Не все в развитии биотехнологии однозначно. Экологическая «чистота» производств сочетается с большими потребностями в воде. Перспектива получения ценных и дорогих в денежном выражении продуктов может быть обеспечена буквально лабораторной точностью соблюдения технологий и без преувеличения научной культурой производства. Возникают проблемы обучения и подготовки кадров, преодоления психологических барьеров, связанных с необходимостью переучиваться из-за принципиальных перестроек научного обеспечения отрасли и быстрой смены технологий, обусловленных научно-техническим прогрессом.

Очевидно, что процесс формирования физико-химической биологии и органически связанной с нею биотехнологии является сложным историческим процессом, нуждающимся в детальном, глубоком, комплексном изучении. Это важно для определения перспектив, так как физико-химическая биология не только помогает решать задачи, которые традиционно ставила перед биологией производственно-техническая и медицинская практика, но намечает новые, не предсказуемые ранее пути для развития сельскохозяйственной и медицинской практики, так же как и новые пути развития самой биотехнологии.

Ускорение научно-технического прогресса усиливает значение научного фактора в развитии производительных сил. Это означает, что при планировании, организации, управлении и вообще регулировании научно-технического прогресса возникает необходимость в учете и экономически оправданном освоении принципиально непредсказуемых результатов новых фундаментальных открытий. Примеры этому также дает новейшая история физико-химической биологии. Возникновение генетической инженерии по всем прогнозам ожидалось значительно позднее,

чем она возникла на самом деле. Сама пятнадцати-десятилетняя история генетической инженерии — это череда ожидаемых, но непредсказуемых по форме открытий и их сочетаний для получения уже нормативно определяемых результатов. Возникновение гибридной техники привело к непредсказуемым ранее результатам как в развитии методов биологических исследований, так и в области биотехнологической.

Есть еще один важный аспект современного развития науки, связанный уже со стратегией научного поиска, с проблемами научной политики. Размах и высокая стоимость научных исследований и разработок все острее ставит проблему приоритетов. Планирование науки должно учитывать, что в настоящее время невозможно развитие науки по всему фронту. Необходим выбор, и этот выбор чреват потерями: кажущееся неперспективным сейчас направление в силу усиления комплексирования и междисциплинарных взаимодействий в современной науке может получить неожиданную «подпитку» из смежных или далеких областей и стать точкой роста новейших, весьма перспективных направлений. В области физико-химической биологии тому имеется немало примеров. Можно даже сказать, что ряд прорывов в экспериментальной биологии был связан с изучением именно уникальных явлений или объектов, предпринятым одиозными лабораториями и обеспечивающим методологически быстрое продвижение там, где десятки лабораторий пытались решить гораздо более общую проблему лобовой атакой. Трудно сказать, как развивались бы исследования рецепции и передачи нервного импульса, если бы зоологам не были известны гигантские аксоны кальмаров или же если бы химики не заинтересовались нейротоксинами змей и скорпионов — идеальными инструментами для изучения мембранных рецепторов.

Можно указать еще один имеющий важное практическое значение вопрос, который также приобрел значение после отмеченного выше прямого сближения фундаментальных исследований с прикладными и даже с разработками и внедрением. Это вопрос о финансировании подобных исследований и возможном перераспределении средств в пользу отдельных фундаментальных направлений в системе НИР.

Сказанное выше прямо указывает на значение исторических исследований такого важнейшего направления, как физико-химическая биология и биотехнология. Их история начала формироваться на важнейшем этапе развития естествознания, когда исторический процесс стал регулироваться благодаря все расширяющимся мерам по организации научных исследований и совершенствованию их управления.

Знаменательно, что благодаря усилиям советских ученых наша страна первая на государственном уровне стала осуществлять крупные организационные мероприятия, направленные на ускоренное развитие физико-химической биологии и использование ее достижений в народном хозяйстве и медицине. Микробиологическая промышленность была выделена в Советском Союзе в самостоятельную отрасль народного хозяйства в 1966 г. В 1974 г. было принято постановление Центрального Комитета КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по ускорению развития молекулярной биологии и молекулярной генетики и использованию их достижений в народном хозяйстве» [7]. В 1981 г. было принято после успешного выполнения предыдущего новое постановление — «О дальнейшем развитии физико-химической биологии и биотехнологии и использовании их достижений в медицине, сельском хозяйстве и промышленности» [8]. Эта работа была продолжена и в последующие годы. Вопросы развития физико-химической биологии и биотехнологии вошли и в «Основные направления экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года».

В этих важнейших документах физико-химическая биология и биотехнология предстают не как изолированные направления науки и производства, а как важные элементы единой системы научно-технического

прогресса. Советские специалисты в области физико-химической биологии и биотехнологии прежде всего ориентируются на то, что расширение сферы действия научно-технического прогресса определяется успешным взаимодействием наук. До сих пор внимание в этих процессах прежде всего обращали на взаимодействие отдельных дисциплин и их методов, на развитие комплексных междисциплинарных исследований в зонах взаимодействия различных наук. Однако история физико-химической биологии, эволюция ее структуры, изменение ее места в структуре современной биологии и модификация структуры последней в связи с этим, изменение положения физико-химической биологии и биологии в целом в системе естественных наук, наконец, история взаимоотношений физико-химической биологии и биотехнологии — все это заставляет задумываться над проблемами изучения истории этой науки.

На современном этапе развития истории современного естествознания изучение истории физико-химической биологии и биологии вообще, возможно, ведет к построению наиболее убедительной и универсальной модели развития науки.

Построение такой модели — лишь одна из целей историко-научных исследований феноменов физико-химической биологии и биотехнологии. Для создания такой модели, придания ей необходимого запаса прочности предстоит провести большую предварительную работу, включающую как изучение самих этих феноменов, так и соотнесение полученных результатов с исследованиями развития других наук и научных направлений.

Методологически это требует оценки исторического процесса формирования и развития науки по иному, более широкому набору параметров, чем это, как правило, проводилось до сих пор. Основная масса традиционных историко-научных исследований ориентирована на историю научных идей, процесс их формирования и утверждения в научном сообществе. Возникновение этой традиции было обусловлено главным образом тем, что историю науки разрабатывали в основном специалисты, пришедшие в нее из конкретных научных областей. Такой подход давал лишь картину движения самой передовой линии фронта развития науки, очень мало помогая в оценке состояния науки как системы, в которой интегрированы деятельность ученых и результаты этой деятельности.

Вместе с тем по существу модели развития науки должны помогать нам разобраться в структуре и функционировании таких систем, последовательно сменяющих друг друга во времени.

История науки должна помочь нам разобраться в проблеме экологии науки. Это понятие необходимо ввести в историю науки как углубление понятия «экология культуры», предложенного акад. Д. С. Лихачевым [9, с. 49—63]. Применительно к науке это понятие обретает новые черты: экология науки должна включать не только нравственные моменты, но и прямо заботиться об определении оптимальных условий жизни и функционирования столь сложного образования, как сообщество ученых, не отрывая его от жизни и функционирования научных идей.

Естественно, для реализации столь широкого подхода необходимо тщательное изучение исторических фактов, текстов, источников, причем самого различного типа, материальных памятников, приборов и т. п. Должны развиваться источниковедение и историография науки: без честности по отношению к предшественникам история не может развиваться, как и любое другое научное направление. Одновременно необходимо изучение, причем глубокое историческое изучение научной деятельности во всех ее аспектах — использование в историко-научных исследованиях данных социологии науки, психологии научного творчества и т. д.

Комплексное изучение истории науки требует развития ряда новых вспомогательных научных дисциплин. Уже сейчас вырисовываются кон-

туры экономической истории и исторической географии науки как науки об исторических процессах регионального развития науки, научных учреждений и коммуникативных структур. Необходимы разработка информационно-математических моделей развития науки, использование математических, в том числе наукометрических, методов в историко-научных исследованиях и т. п. Лишь сопоставление данных различных подходов позволит получить адекватную картину развития организационных структур науки различного уровня.

Плодотворное развитие науковедения как специальной области знаний, не сводимой к ее отдельным отраслям, ознаменовало наступление нового периода в развитии истории науки — периода комплексных, специализированных и профессионализированных исследований [10].

Целью всех этих исследований должно стать создание обобщающих трудов. При этом надо напомнить еще одно высказывание Д. С. Лихачева: «Непременное условие составления обобщающих трудов — появление новых материалов, иначе говоря: обобщение может быть только результатом черновой, источниковедческой, текстологической работы. Каждая новая обобщающая работа должна быть вершиной многих частных исследований. Просто новые комбинации старых, уже известных материалов опасны. „Вторичность“ в науке недопустима» [11, с. 37].

Для всех подобных исследований история физико-химической биологии и биотехнологии дает благодатный материал.

Рассмотрим лишь два примера: один — из истории физико-химической биологии, другой — биотехнологии.

Одним из научно-исследовательских учреждений, сыгравших решающую роль в становлении физико-химической биологии как в нашей стране, так и за рубежом, был Институт биоорганической химии им. М. М. Шемякина АН СССР. Основанный в 1959 г., первоначально он назывался Институтом химии природных соединений. Если проследить хронологически наиболее крупные достижения ученых этого института, получится приблизительно следующий ряд: 1959—1965 гг. — разработка общих методов синтеза депсипептидов; 1963 г. — синтез и установление первичной структуры валиномицина и энниатинов (М. М. Шемякин, Ю. А. Овчинников, В. Т. Иванов); 1964—1966 г. — создание масс-спектрометрического метода определения структуры пептидов (М. М. Шемякин, Ю. А. Овчинников); 1967—1975 гг. — разработка комплексного подхода к анализу пространственной структуры с помощью спектральных и расчетных методов; 1969 г. — установление пространственной структуры ионофоров — валиномицина и энниатинов и их комплексов с ионами щелочных металлов (Ю. А. Овчинников, В. Т. Иванов) — Ленинская премия 1978 г.; 1972 г. — установлена структура фермента аспартатамино-трансферазы (Ю. А. Овчинников, А. Е. Браунштейн); 1977 г. — осуществлен синтез нейротоксина — апамина — 18-членного пептида; 1978 г. — установлена структура бактериородопсина; 1982 г. — расшифрована структура ДНК-зависимой РНК-полимеразы — фермента, считывающего биологическую информацию с генов — Государственная премия 1983 г.; 1983 г. — методами генетической инженерии получены интерферон и инсулин [12—14].

Сам по себе этот перечень впечатляет и показывает, что институт работает на самых передовых рубежах физико-химической биологии. Вместе с тем углубленный анализ развития этой области за тот же период, восстановление картины фона, на котором были выполнены эти исследования, а также анализ конкретной деятельности людей, работающих в институте, показывают, что это не просто прогресс в отдельных областях науки, а подлинный научный подвиг. За эти годы физико-химическая биология в нашей стране не только вышла на уровень высочайших мировых достижений в ряде направлений, но были заложены новые условия для деятельности ученых — построен новый институт, которому нет

равного в мире. Но самым важным является то, что полностью скрыто при реконструкции истории лишь по результатам исследований,— сформировалась новая стратегия исследований, которая, с одной стороны, ориентирована на развитие фундаментальных исследований — прежде всего соотношений структуры и функций белков и других физиологически активных соединений, а также надмолекулярных ансамблей, в первую очередь клеточных мембран; с другой — эта стратегия позволяет стремительно и эффективно осуществлять исследования, необходимые для развития биотехнологии (см. [14]).

Другим примером, показывающим, сколь важен углубленный историко-научный анализ комплекса фундаментальных исследований и их биотехнологических приложений, являются работы по созданию методами генетической инженерии штаммов микроорганизма — сверхпродуцента треонина во Всесоюзном научно-исследовательском институте генетики и селекции промышленных микроорганизмов [15]. В результате этих работ был создан по существу новый организм, сконструированный вполне сознательно и целенаправленно. Не менее фантастичными кажутся разрабатываемые методы промышленного получения биоэнергии [16].

Взятые изолированно, эти исследования представляются прежде всего как триумф знания. Но исторический анализ предпосылок постановки этих проблем показывает, что мысль об их разработке формировалась по иным механизмам, чем это было ранее, и что условия для их осуществления заключались в возникновении новой технической и экспериментальной базы и в неменьшей мере в изменении структуры науки — в ее проблемно-нормативной ориентации.

Таким образом, изучение истории физико-химической биологии и биотехнологии является ныне важным и перспективным новым направлением в истории науки. Его разработка возможна лишь при комплексном подходе, учитывающем множество новых, вводимых ныне в научный оборот историками биохимии фактов. Разработка этого направления прямо направлена на выяснение сложных внутренних взаимосвязей внутри физико-химической биологии, а также ее взаимосвязей внутри фронта развивающегося знания с развивающейся параллельно биотехнологией. Эти исследования требуют углубления и ускорения, так как их результаты могут прямо содействовать научно-техническому прогрессу в данных областях, содействуя совершенствованию информационной и организационной структуры физико-химической биологии и биотехнологии и благодаря этому — снижению затрат и сроков выполнения работ, имеющих важное народнохозяйственное значение.

Литература

1. Кедров Б. М. О закономерностях научно-технической революции. — Природа, 1977, № 12, с. 68—73.
2. Баев А. А., Шамин А. Н. Развитие биохимии и революции в биологии XX в. — Вopr. истории естествознания и техники, 1985, № 3, с. 3—10.
3. Шамин А. Н. Экспериментальная биология и революция в естествознании. — В сб.: Материалы конференции «Революционные изменения в области науки и техники 2-й половины XIX и начала XX вв. как предпосылка НТР». Прага — Либлице, 18—20 октября 1979 г., с. 1—24.
4. Печенкин А. А. Интенсивные и экстенсивные процессы в развитии научного знания. — Природа, 1979, № 5, с. 63—69.
5. Тимирязев К. А. Основные черты истории развития биологии в XIX столетии. — В кн.: П. Таннери. Исторический очерк развития естествознания в Европе (1300—1900). М.—Л.: ГТТИ, 1934, с. 237—291.
6. Shamin A. N. Integrative functions of physico-chemical biology. — In: The History of Science: Soviet Research. Moscow: Social Science Today, 1985, vol. II, p. 124—140.
7. «О мерах по ускорению развития молекулярной биологии и молекулярной генетики и использованию их достижений в народном хозяйстве». Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР, 21 мая 1974 г. — В кн.: Коммунистическая партия Советского Союза в резолюциях и решениях съездов, конференций и пленумов ЦК. 8-е изд., доп. М.: Политиздат, 1978, т. 11, с. 374—375.

8. В Центральном Комитете КПСС и Совете Министров СССР.— Правда, 1981, 31 июля.
9. Лихачев Д. С. Прошлое — будущему. Статьи и очерки. М.: Наука, 1985, с. 49—63.
10. Основы науковедения. М.: Наука, 1985. 431 с.
11. Лихачев Д. С. Формирование научных интересов.— В кн.: Лихачев Д. С. Прошлое — будущему. М.: Наука, 1985, с. 13—48.
12. Институт химии природных соединений. 1959—1969. М.: Наука, 1970. 82 с.
13. Институт биоорганической химии им. М. М. Шемякина. 1959—1974. М.: Наука, 1974. 91 с.
14. Академия наук СССР. Институт биоорганической химии им. М. М. Шемякина. М.: Внешторгиздат, 1984. 77 с.
15. Шамин А. Н. Биотехнология.— Биология в школе, 1984, № 5, с. 7.
16. Овчинников Ю. А. Биология и биотехнология: достижения и прогнозы.— Будущее науки. Вып. 18. М.: Знание, 1985, с. 10—21.

PROBLEMS OF THE HISTORY OF THE PHYSICO-CHEMICAL BIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY

A. N. SHAMIN

The forming of a new type of science of life, which has its concrete expression in the integrative function of physico-chemical biology, is determined by transformations in the methodology of biological cognition. As a result of integration molecular, subcellular and cellular approaches form a new cohesive cell science — cell biology (first phase). The use of organism approaches in this process forms a new science of the organism — general biology (second phase).

New biology forms new associations with practice. Virtually, it is natural science which structurally integrates fundamental and applied research. Due to physico-chemical biology this has already taken place in a number of branches of medicine and, predominantly, in biotechnology.