



АКАДЕМИК

Н. П. Дубинин

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕНЕТИКИ

1968 • СЕРИЯ



6

БИОЛОГИЯ

Н. П. Дубинин,
академик, лауреат Ленинской премии

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕНЕТИКИ

НИКОЛАЙ ПЕТРОВИЧ ДУБИНИН, академик, директор Института общей генетики АН СССР. Около 300 работ Николая Петровича и среди них 11 больших монографий и книг посвящены теории гена, эволюционной, радиационной и космической генетике, общей теории мутаций.

Имя Н. П. ДУБИНИНА связано с разработкой целого ряда важных теоретических проблем генетики, среди которых следует отметить такие фундаментальные исследования, вошедшие в науку, как тонкая структура гена, популяционная генетика, эффект положения. Талантливый ученый Николай Петрович оказал очень существенное влияние на развитие советской и мировой генетики. За цикл работ по развитию хромосомной теории наследственности и теории мутаций ему в 1966 году присуждена Ленинская премия.

Н. П. ДУБИНИН — почетный член академий наук США, Германии, Югославии, английского общества генетиков. Награжден медалью Дарвина, медалью «За заслуги перед наукой и человечеством», медалью Менделя (Чехословакия) и др.

Во вторую половину XX столетия все мы являемся свидетелями революции в естествознании и в технике, в корне изменившей положение науки в жизни общества. Человечество ощутило вошло в эпоху ее стремительного развития, невиданного накопления громадной по объему новой информации. Революция современного естествознания превратила науку в непосредственную производительную силу общества и привела ее к штурму величайших загадок мира.

Проблемы философского осмысления сложного фактического материала современной науки и ее законов, нового положения науки в жизни человечества и ее роли в преобразовании мира в первую очередь касаются бурно прогрессирующих современных дисциплин, которые в XX веке возникли в недрах физики, математики, химии и биологии. К таким дисциплинам относится и генетика, которая добилась гигантских успехов и ныне приближается к уровню познания сущности жизни и возможности искусственного воспроизведения живого.

Генетика в наши дни занимает ключевые позиции в учении о жизни, являясь при этом одним из краеугольных камней в теоретическом обосновании сельского хозяйства и медицины, что и определяет ее место в общем научном фундаменте философского материализма и диалектического понимания природы. Она широко использует физико-химические методы, математику, кибернетику, обладает мощным комплексом генетических и цитологических экспериментальных возможностей. Все это позволяет генетике глубоко проникать в основы жизни, интегрировать теорию биологии и намечать новые пути исследований.

В этих условиях разработка методологических проблем генетики является трудным делом. Специалисты невольно впадают в ошибку отождествления философии с экспериментальными и теоретическими достижениями генетики. Философы, напротив, склонны к априористическому подходу, часто пытаясь во главу угла ставить общеполитические положения, оторванные от содержания науки.

Задача же состоит в том, чтобы, опираясь на глубинную сущность всей специфики явлений наследственности, пони-

мая, что материалистическая диалектика составляет основу научного познания, сделать из нее рабочий инструмент, позволяющий развивать теорию и методы науки.

К. Маркс и Ф. Энгельс в XIX столетии создали учение о диалектическом материализме, обосновав теорию познания и активного преобразования мира. Перед наукой забрезжил свет разработки реальных философских основ познания всех специфических форм движения материи. В основу диалектического метода было положено раскрытие всеобщей связи явления, учет вечного движения и развития материальной природы, идущего по расширяющейся спирали на основе внутренних противоречий.

Эпохой в разработке методологических основ естествознания XX века является работа В. И. Ленина «Материализм и эмпириокритицизм». Владимир Ильич Ленин подверг марксистскому анализу новые принципы физики, пришедшие на смену механистическим концепциям XIX столетия; конкретно, на материале самой физики, раскрыл всю ошибочность попыток замены материализма идеализмом. Базируясь на единстве диалектики вещей и диалектики познания, В. И. Ленин утвердил принцип бесконечности познания предметов и явлений со стороны науки. Объективной основой познания является бесконечность Вселенной, всеобщая взаимосвязь всех явлений действительности, непрерывный процесс их развития. «Электрон, — писал В. И. Ленин, — так же неисчерпаем, как и атом, природа бесконечна...»¹.

Предвидения В. И. Ленина в отношении физики сбылись. Встав на путь материализма, физика занимает центральное положение в современном естествознании, она необычайно углубила познание природы материального мира и создала новые области техники, изменившие лицо нашей цивилизации.

В. И. Ленин показал, что материалистическая диалектика — это основа познания глубинной сущности явлений, свойственных данной науке. Она не может быть привлечена в науку извне и не может быть заменена эмпирическими достижениями науки как бы они ни были велики. Диалектический материализм учит, что путь познания природы человеком идет от изучения непосредственных явлений к раскрытию их сущности, к познанию их законов. При этом каждый шаг познания природы проверяется практикой и через эту проверку приводит к истине. В. И. Ленин писал: «От живого созерцания к абстрактному мышлению и от него к практике — таков диалектический путь познания *истины*, познания объективной реальности»².

Со времени появления «Материализма и эмпириокрити-

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 277.

² В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 152—153.

цизма» прошло много лет. Труд В. И. Ленина осветил главную магистраль будущего в методологии науки. Общие принципы диалектического материализма в науке, разработанные В. И. Лениным, полностью сохраняют свое нетленное значение. Они показали безграничные перспективы дальнейшего развития и материалистической философии и всего естествознания. Перед нами стоят задачи дальнейшего развития методологических основ многих отделов естествознания.

Рост науки в наше время колоссален, ее успехи меняют конкретные основы миропонимания. Среди наук, испытывающих особенно острую ломку идей и конкретного содержания, находится и наука о жизни.

В биологии XX века были разработаны принципы, имеющие величайшее значение для материалистического познания природы. Эти принципы были проверены практикой эксперимента и практикой производства. Они революционизировали старую биологию и привели к диалектическому материализму в познании сущности жизни. Среди таких принципов важнейшее значение имело установление материальных основ такого коренного свойства жизни, как явление наследственности.

Разработка учения о материальных основах наследственности, т. е. о сущности воспроизведения форм жизни по поколениям, привела к созданию хромосомной теории наследственности. Основной единицей жизни служит клетка, имеющая ядро и цитоплазму. Ядро содержит нитевидные структуры — хромосомы — в виде полимеров, составленных из белков и нуклеиновых кислот. Оказалось, что именно вещества хромосом преимущественно содержат материальные структуры, с которыми связано явление наследственности организмов. Хромосомы оказались глубоко дифференцированными на качественно разные отделы, получившие название *генов*. Гены лежат в хромосоме в линейном порядке, и каждый из них имеет свою молекулярную структуру.

Учение о гене быстро встало в центр теоретической биологии. Появился поток работ, посвященных изучению расположения генов внутри хромосом, их структуры, взаимодействия генов друг с другом в процессах развития особи и т. д. Гены оказались способными многообразно изменяться (мутировать), что привело к созданию теории мутаций.

Новые данные генетики перестроили методы селекции растений и животных. В нашей стране проникновение научной генетики в селекцию замечательно выразил и обосновал Н. И. Вавилов. Наконец, в последние годы материальные основы наследственности были изучены на уровне молекул и атомов. Эти коренные успехи материалистической генетики обращают на себя всеобщее внимание. Наряду с физикой биология выходит на передний край науки и становится лидером нового естествознания.

Краеугольным камнем диалектического материализма является учение о том, что в мире нет ничего, кроме материи и ее движения, подчиняющегося определенным законам. Материалистическая диалектика — это общая теория развития как самой материи (природы и общества), так и отражения этого развития в сознании людей. В истории биологии в течение двух тысячелетий шла борьба между идеализмом и материализмом. Идеализм упорно цеплялся за явление наследственности, изображая его в качестве нематериального свойства жизни.

Вопрос о связи любых самых сложных проявлений жизни с материей и тот факт, что познание природы этих явлений требует раскрытия их физико-химических основ, очень четко были поставлены классиками марксизма.

В. И. Ленин указывал, что в живом нет ничего, кроме тех же атомов, которые составляют основу неживого. Дело лишь в их особой организации, в особой форме движения. Он писал: «...в ясно выраженной форме ощущение связано только с высшими формами материи (органическая материя)... на деле остается еще исследовать и исследовать, каким образом связывается материя, якобы не ощущающая вовсе, с материей, из тех же атомов (или электронов) составленной и в то же время обладающей ясно выраженной способностью ощущения. Материализм ясно ставит нерешенный еще вопрос и тем толкает к его разрешению, толкает к дальнейшим экспериментальным исследованиям. Махизм, т. е. разновидность путаного идеализма, засоряет вопрос и отводит в сторону от правильного пути...»¹.

История развития генетики в философском плане была исполнена противоречий. После открытия законов наследственности, обоснования теории гена, теории мутаций и хромосом-

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 39—40.

ной теории наследственности долгое время на авансцену выходили метафизика и идеализм, рядясь в тогу модных в свое время махизма, неовитализма и других чуждых материализму теорий.

Конец XIX века был характерен огромным вниманием к вопросам наследственности. Начиная с теории пангенезиса Дарвина появляется целая серия спекулятивных умозрительных построений Гальтона, Негели, Спенсера, Вейсмана, де Фриза и других, которые пытались проникнуть в сущность явлений наследственности и изменчивости. Эти теории имели существенное значение в развитии проблем, однако их спекулятивный и противоречивый характер вызывает чувство неудовлетворения и острой необходимости в отыскании каких-то иных, более объективных путей в выяснении законов наследственности.

В менделевском анализе явлений наследственности биология XX века получила количественный и в принципиальном качественном плане совершенно новый экспериментальный метод, который позволил установить законы наследственности. Круг применения этих законов оказался очень большим. Разные виды растений, а потом животные и, наконец, микроорганизмы оказались подчиненными одним и тем же законам наследования и расщепления признаков в потомстве. Теория дискретной наследственности, показавшая существование отдельных элементов наследственности, — генов — переход которых по поколениям совершается строго упорядоченно, имела революционное значение для своего времени. Менделизм разрушил, общепринятую в XIX веке теорию слитной наследственности.

Биометрическая школа Пирсона разработала целый арсенал математических методов, при помощи которых доказывалась правота теории слитной постоянно-промежуточной наследственности. В первых годах нашего века произошел драматический эпизод острой борьбы между Бэтсоном и школой Пирсона, которая закончилась полной победой менделизма.

Открытие дискретности в наследственности имело коренное значение для дальнейшего развития эволюционного учения. Однако в руках Бэтсона, Иоганнсена, Лотси и других теория гена всем своим острием оказалась направленной против дарвинизма. Открытие Менделя в биологии можно с полным правом сравнить с теорией Дальтона об атомном строении вещества. При этом работа самого Менделя имела выраженный внеэволюционный характер. Она не защищала и не оспаривала никакой теории эволюции, она просто была чужда ей. Работа была построена в плане гибридологического и математического анализа фактов индивидуального наследования отдельных пар признаков, вне какой-либо исторической перспективы. Мендель выступает эмпириком, который, приложив

новый метод и сам не сознавая всей глубины своего открытия, внезапно наталкивается на новый мир явлений. Свою работу он опубликовал в 1866 году, когда весь мир был охвачен обсуждением новой дарвиновской теории эволюции. Открыв законы наследственности, Мендель не упоминает имени Дарвина в своей работе.

Вторичное открытие законов Менделя, совершенное Корренсом, Чермаком и Гуго де Фризом в 1900 году, было рубежом, за которым последовали огромные успехи в развитии науки о наследственности и изменчивости. Количественный анализ хода наследования признаков, установление математических формул расщепления, предсказание характера наследования на целый ряд последовательных поколений и т. д. — все это придало генетике характер точной науки. Неофитам менделизма казалось, что генетика качественно отличается от остальной биологии и что отныне, опираясь на эксперимент, можно покончить со всякими спекуляциями и недостоверными догадками, в том числе с учением Дарвина.

Генетика переживала свой первый механистический этап развития. Новые открытия трактовали метафизически. Иоганнсен, дав исчерпывающее доказательство ненаследуемости фенотипических отклонений, на базе которого было создано представление о различиях между фенотипом и генотипом, заявил, что его опыты по отбору в чистых линиях экспериментально разрушили основу дарвиновского учения. Отрицая за отбором какую-либо созидательную роль, Иоганнсен писал, что генетика вполне устранила основу дарвиновской теории отбора и что таким образом проблема эволюции в действительности является совершенно открытым вопросом. Иоганнсен утверждает, что генетика, являясь точной наукой, должна быть свободна от всякой эволюционной гипотезы. Эти идеи Иоганнсена широко распространяются в генетике.

Так, Т. Г. Морган (1915) писал, что он сомневается, стоит ли еще пользоваться термином «естественный отбор» как частью мутационной теории, или следует исключить его, потому что он не имеет того смысла, который последователи Дарвина вкладывали в его теорию.

Таким образом, в течение двух первых десятилетий XX века развитие генетики базировалось на мощном экспериментальном направлении, установившем факт существования генов, что имело величайшее значение. Однако ведущие лидеры генетики того времени пытались истолковать эти новые данные с идеалистических, во многом с махистских позиций, вырывая наследственность из общей связи явлений жизни. Процессы эволюции наследственности они видят только в комбинаторике генов, которые признаются неизменными изначально существующими. Мутации рассматривают только как дезин-

тегратацию наследственности. И все это ставится на место сложной, биологической истории организмов.

Однако прошло время, и метафизика и идеализм в трактовке теории гена и общей теории развития органического мира, допущенные в генетике начала XX века, потерпели полное крушение.

После создания хромосомной теории наследственности и раскрытия молекулярных основ мутаций учение о гене стало оплотом материализма в биологии. Доказано, что ген на основе единства внешнего и внутреннего претерпевает бесконечные изменения. Специфика самых форм генетической информации определяется эволюционным фактором. Теория развития на основе единства внутреннего и внешнего составляет душу современного учения о наследственности и ее преобразований по всему многообразию форм жизни на нашей планете.

**О МАТЕРИАЛЬНЫХ ОСНОВАХ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ.
ПОНЯТИЕ ГЕНА.
ЖИЗНЬ КАК ОСОБАЯ ФОРМА СУЩЕСТВОВАНИЯ
ОТКРЫТЫХ МАТЕРИАЛЬНЫХ СИСТЕМ**

В основе современной генетики лежит теория гена. Вполне очевидно, что центральная *задача философии* в области генетики — это методологический *анализ понятия гена* как основной единицы наследственности.

Развитие по спирали является характернейшей чертой науки. Ярким свидетельством может служить история развития идеи о материальной природе гена. Мы видели выше, что менделисты начала XX века отказались от идей Дарвина и в проблеме гена заняли позицию механистов, идеалистов и агностиков. Однако синтетические исследования по скрещиванию в связи с анализом клеточной организации привели к появлению хромосомной теории.

В результате этого первые формальные механистические модели законов наследственности и изменчивости постепенно заменяются богатством реального содержания. Явление наследственности было материализовано через установление связи генов с определенными элементами клеточной организации, а затем получило объяснение в молекулярной организации хромосом.

Клетка — это основная единица жизни. Энгельс писал, что открытие клетки в середине XIX века было одним из трех великих открытий, показавших все значения связей, единства и развития мира. Благодаря установлению клеточной теории «покровы тайны», долго скрывавшие процесс возникновения и роста структур организмов, были сорваны.

Во второй половине XIX века были обнаружены основные элементы клетки в виде протоплазмы и заключенного в ней ядра. Исследования деления клетки, созревания половых клеток, сущности процесса оплодотворения и основных явлений физиологии клетки показали огромную роль ядра во всех этих явлениях. История хромосомной теории распадается на два этапа. Первый охватил конец XIX века. Второй начался работами Моргана и его школы. На первом этапе исследо-

ватели под влиянием данных цитологии и физиологии клетки установили связь ядра и составляющих его хромосом с явлениями наследственности. Второй этап начался тогда, когда Морган и его школа привели экспериментальные доказательства локализации генов в хромосомах и разработали методы, позволившие проникнуть в такие глубины организации и процессов в наследственном веществе, которые могут быть сравнимы только с прогрессом экспериментальной физики в анализе строения материи и отдельных атомов.

Менделизм фактически начал свое развитие с отрицания синтеза, достигнутого клеточной теорией.

Потребовалось много новых данных и умственных усилий, чтобы освободиться от гипноза исключительности и увидеть связь теории гена с работами по строению клетки. Первый синтез генетики и цитологии относится к 1902 году, когда Сэттон указал на существование параллелизма между поведением хромосом при редукции и оплодотворении, с одной стороны, и особенностями менделевского расщепления признаков в потомстве гибридов — с другой. Этот год является исторической датой первого логического синтеза генетики и цитологии, что привело к разработке современной цитогенетики, проникшей в глубины организации и химии наследственного вещества.

В 1910—1912 годах появились первые основные работы Т. Г. Моргана и его школы по наследственности у дрозофилы. Первая же мутация — white (белые глаза вместо красных нормальных) обнаружила особый характер наследования в виде сцепления признака с полом. Детальный анализ показал параллелизм между наследованием этого признака и передачей по поколениям половых хромосом, что и послужило началом последующих обширных экспериментальных доказательств связи наследственных факторов с хромосомами.

Исследователям удалось найти способ проникновения во внутреннюю организацию хромосом и дать прямые физические доказательства того, что гены локализованы в хромосомах. Эти исследования заложили основы современной хромосомной теории наследственности. Американская школа, однако, не уделила должного внимания тонкой морфологии и организации самих хромосом. Это было сделано русским ученым С. Г. Навашиным и его школой, чьи работы в этом направлении начались около 1910 года. Эти работы подвели к исследованиям тончайших особенностей структурной организации хромосомы. Синтез генетики и учения о клетке в теории наследственности привел к отрицанию идеалистической теории гена, характерной для первого этапа развития генетики XX века. Поэтому вполне естественно, что лидеры раннего механистического периода развития генетики, антидарвинисты Бэт-

сон, Иоганнсен, Лотси решительно выступили против этой теории.

После длительной полемики Бэтсон приезжал в Америку, где Бриджес продемонстрировал ему цитологические препараты с ядрами клеток дрозофилы, где, исходя из генетических фактов о нерасхождении генов, наследование которых сцеплено с полом, заранее предсказывается лишняя половая хромосома. Факты заставили Бэтсона пересмотреть свои взгляды на роль хромосом в наследственности. Работа Бриджеса по нерасхождению половых хромосом у дрозофилы явилась одной из первых в серии прямых доказательств связи генов с хромосомами.

Хромосомная теория наследственности является стержнем всей современной теории генетики. Однако на моргановском этапе развития она имела немало противоречий и ошибочных положений. В то время господствовало учение, отрывавшее наследственность от факторов среды, поскольку за факторы, ведущие к изменениям генов и мутаций, принимались лишь внутренние причины; сам ген рассматривался как неделимая корпускула — единица мутаций, рекомбинаций и функций. Хромосома изображалась в виде нитки бус, где бусинки представляли отдельные независимые корпускулы — гены. За материальную основу генов принимались молекулярные структуры белков. С позиций хромосомной теории и теории мутаций Т. Морган отрицал значение дарвиновского естественного отбора.

В 1928 году появилось сообщение Гриффитса о направленном преобразовании наследственности пневмококков (явление трансформации) и сообщение Н. П. Дубинина о делимости гена (центровая теория гена). Однако прошли десятилетия, прежде чем исчезло механистическое истолкование природы гена.

В центре современной теории наследственности стоит материализация явления наследственности на уровне молекул и групп атомов. Это явление предстает перед нами в виде морфо-физиологической, молекулярной внутриклеточной системы со всей сложностью ее организации и функций. Идея о наследственности как о воспроизведении специфических форм обмена веществ пополнилась конкретным содержанием о значении ДНК в синтезе белков. *Ген* — предстал перед нами как *сложная молекулярная структура, способная бесконечно изменяться под действием факторов среды и подвергаться регуляции со стороны целостного генотипа.*

Однако уже появляются исследования, которые несут в себе семена будущего отрицания, — вестники будущего этапа развития генетики. Вновь возникшие элементы высшей ступени развития генетики, которая при этом воспримет и умножит все ценное, открытое ранее, обеспечат новый шаг в прогрес-

сивном, поступательном характере развития науки. Задача состоит в том, чтобы, опираясь на диалектический метод, лучше видеть это будущее науки и сознательно ускорять ее наступление. В центре этих событий, безусловно, будет стоять успешное решение вопроса о сущности гена и о направленном получении мутаций.

Генетика, как и все естественнонаучные дисциплины, шла к диалектическому материализму стихийно, будучи вынуждена к этому объективными законами природы. В. И. Ленин указывал на примере физики, что «современная физика... идет к единственно верному методу и единственно верной философии естествознания не прямо, а зигзагами, не сознательно, а стихийно, не видя ясно своей «конечной цели», а приближаясь к ней ощупью...»¹.

Для обоснования принципов диалектического материализма в биологии коренное значение имели успехи, достигнутые в молекулярной генетике за последние 15 лет. Была раскрыта химическая природа гена. Оказалось, что ген — это участок молекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК). Цепь ДНК состоит из нуклеотидов, представляющих собой соединение остатка сахара, фосфорной кислоты и азотистого основания. Первые два компонента одинаковы во всех молекулах ДНК. Специфика генов связана с различными сочетаниями четырех азотистых оснований — аденина, тимина, цитозина и гуанина, которые в числе нескольких сот нуклеотидов входят в состав отдельных генов. Порядок азотистых оснований внутри гена составляет его *код*, т. е. тот язык управляющей системы, при помощи которого ген, передавая свою информацию в клетку, определяет ту или иную сторону развития и жизни клетки и организма в целом.

Понятие гена наполнилось физиологическим и биохимическим содержанием. Было показано, что код гена, т. е. его молекулярная структура, программирует в клетке синтез белков. Программирование имеет сложный характер. Сначала на молекуле гена, как на матрице, синтезируется молекула особой информационной рибонуклеиновой кислоты (и-РНК). Существование молекул и-РНК было предсказано А. Н. Белозерским и А. С. Спириным. Молекулы и-РНК в процессе их синтеза воспринимают информацию, записанную в гене. Затем, попадая в цитоплазматические структуры, носящие название рибосом, для познания которых много сделал А. С. Спирин, молекулы и-РНК в соответствии с кодом гена расставляют аминокислоты при синтезе молекулы белка. Аминокислоты приносятся в рибосомы другим видом РНК, так называемой транспортной РНК. Полный нуклеотидный состав одного из

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 332.

видов этих молекул, а именно валиновой т-РНК был дан А. А. Баевым и другими.

Сами гены в каждом клеточном поколении самоудваиваются, в чем важную роль играют ферменты. Самоудвоение генов, после которого в каждую дочернюю клетку попадает по одной копии, носит название *ауторепродукции*. В результате все клетки организма несут полный набор генов. Для каждой новой клетки гены строятся заново из азотистых оснований и других веществ, синтезируемых в цитоплазме. Все это вовлекает гены в метаболизм и подвергает их действию факторов внешней среды. В результате гены, эти блоки генетической информации, претерпевают бесконечные изменения (мутации) на основе преобразования их молекулярного строения.

Раскрытие химической природы генетического материала обусловило коренные изменения классических представлений о гене как о неделимой корпускуле, единице функции, мутаций и рекомбинаций. На самом деле ген состоит из многих функционально связанных частей. Их целостная система дает элементарную генетическую единицу функции; за эту сторону действия сложные гены получили название *цистронов*. Мутации, изменяя отдельные нуклеотиды или их группы внутри гена, касаются его частей. Такие единицы мутирования получили название *мутонов*. Обмены между хромосомами не идут, как это думали раньше, только целыми генами или их блоками. Процессы обмена могут происходить и внутри гена: их частями вплоть до отдельных нуклеотидов. Эти единицы рекомбинаций получили название *реконов*. Наконец, считывание кода с части молекулы ДНК на молекулы и-РНК основано на эффекте *кодонов*, являющихся единицами сочетания нуклеотидов по три. На бактериях показано, что ряд структурных генов группируется в комплексные единицы — *опероны*, в которых особый *ген-оператор* запускает этот ряд генов в работу. Со своей стороны оператор зависит от особого *гена-регулятора*, способного репрессировать его эффект.

Эти новейшие исследования открыли в клетке, в пределах гена, новый, громадной сложности микромир, в принципе аналогичный бесконечной делимости атома. При этом ген предстал как часть целостной системы генотипа. В целом *генотип* представляет собой своеобразное «*программирующее устройство*», содержащее информацию, в соответствии с которой осуществляется жизнь клетки, развитие особи и ее жизнедеятельность. Эта наследственная информация является итогом исторического развития данного вида организмов и материальной основой будущей эволюции. Учение о генетическом коде открывает широкие возможности для широкого использования методов моделирования в биологии.

В записи разнообразнейшей генетической информации мы

встречаемся с поразительно малым количеством исходных элементов — азотистых оснований, которые служат буквами в генетическом коде. От вирусов до человека мы не встречаем ничего другого, кроме разных взаимоположений одних и тех же четырех букв: двух пиримидинов — цитозина (Ц) и тимина (Т) и двух пуринов — аденина (А) и гуанина (Г). Таким образом, опустившись на молекулярный и атомный уровень в явлении наследственности, мы встречаемся с громадной ролью количественных отношений между небольшим числом разных однородных частей, соотношение которых составляет основу специфики качественно различных явлений наследственности. Недаром математика так пристально исследует проблему генетического кода и так много ждет от раскрытия форм записи генетической информации и механизмов ее передачи в клетку, рассчитывая обогатить этим принципы создания кибернетических устройств.

Казалось бы, генетика вернулась к исходным метафизическим и механистическим принципам понимания живого и его эволюции. Идеалист Лотси мечтал свести эволюцию к комбинаторике вечных, неизменных, ограниченных в числе элементов — генов. Молекулярная генетика еще более упростила ситуацию: четыре элемента — аденин, гуанин, цитозин и тимин — составляют основу для гигантского поля комбинаций, занятых эволюцией жизни. Однако дело обстоит не так просто; диалектика перехода количественных изменений в качественные раскрывает перед нами поразительную картину действия принципов кибернетики в эволюции и в индивидуальном развитии.

Применение закона перехода количественных изменений в качественные при получении специфических форм генетической информации предъявляет ряд новых методологических требований к познанию. Здесь необходимо как качественное, так и количественное изучение кода, так как отрыв количественной стороны явлений от качественной неизбежно приведет к метафизике. Переход количественных изменений в качественные на молекулярном уровне в условиях живой системы накладывает особый отпечаток на основные формы выявления новых качеств при развитии генетического кода. Встает вопрос об удельном весе и значении таких явлений, когда количественные изменения включаются в сам процесс качественной перестройки системы. В этих случаях процесс коренного преобразования качества не подготавливается постепенными количественными изменениями. Вставка одного из нуклеотидов или его потеря — это типично количественные изменения, которые, однако, уже сами входят в процессы, ведущие к мутациям, к появлению новой формы записи информации внутри гена.

Важно отметить, что сам ген представляет собой целост-

ную систему. Это и обуславливает участие элементарных количественных изменений в качественных преобразованиях гена. Кроме того, причины мутаций коренятся в изменении биохимической и другой обстановки внутри организма, где они могут нарастать по классической схеме количественных изменений, достигающих некоторого критического порога, после которого наступает явление мутаций. Эволюционно созданное упрощение основ генетического кода до минимума и тот факт, что запись генетической информации всего органического мира использует всего лишь четыре буквы, показывают, что переход количественных изменений в качественные на базе цельности организации биологических систем и процессов является важнейшим законом объективного мира.

Основной методологической слабостью старого учения о гене был механицизм, выразившийся в идее неделимости гена, в представлении, что *генотип* — это мозаика генов, а *фенотип* — мозаика признаков. Ген рассматривался в отрыве от обменных процессов в организме и от действия факторов внешней среды, что дало почву для автогенеза, игнорирования диалектических связей внутреннего и внешнего. Эти ошибки прошлого преодолены; теперь во весь рост встает проблема единства внешнего и внутреннего, детерминизма в явлении мутаций и общей разработки диалектико-материалистических принципов теории развития для познания явлений наследственности.

Важной чертой новых открытий в проблеме гена является обнаружение всеобщности материальных основ наследственности для жизни на Земле в целом, вскрытие единства, лежащего в основе качественного многообразия природы.

В. И. Ленин писал: «...Всеобщий принцип развития надо соединить, связать, совместить с всеобщим принципом *единства мира*, природы, движения, материи etc»¹.

Отрезки молекул ДНК (гены) оказались тем материальным субстратом, в котором записана генетическая информация почти всех живых существ на Земле. Трудно представить себе более глубокое доказательство единства жизни, общности ее происхождения и взаимообусловленности ее истории. ДНК, РНК и белок оказались теми тремя фундаментальными веществами, структурная и биохимическая взаимообусловленность которых лежит в основе той особой формы движения, что составляет собой жизнь. Однако нельзя забывать, что форма взаимодействия ДНК, РНК и белков определяется спецификой эволюционного положения клетки. Исторический метод имеет огромное познавательное значение. В. И. Ленин писал: «...Самое важное, чтобы подойти к этому вопросу с точки зрения научной, это — не забывать основной исторической связи,

¹ В. И. Ленин. Философские тетради. М., Политиздат, 1965, стр. 229.

смотреть на каждый вопрос с точки зрения того, как известное явление в истории возникло, какие главные этапы в своем развитии это явление проходило, и с точки зрения этого его развития смотреть, чем данная вещь стала теперь»¹.

Эволюция жизненных форм протекает на основе клеточных систем; их особенности изменяют специфику каналов связи между поколениями. У высших форм важнейшее значение имеет сложное явление индивидуального развития особи, без которого не может реализоваться и явление наследственности. Встает проблема принципов и форм генетического программирования индивидуального развития особи. Здесь мы пока стоим перед противоречием дискретности наследственности и целостности развития особи. Встает вопрос об особой надмолекулярной организации хромосом у высших форм в виде нуклеопротеидов из ДНК и белков, в то время как хромосомы у вирусов и бактерий состоят из молекул ДНК. Сам ген, будучи частью генотипа, претерпевает эволюцию в связи и во взаимообусловленности со всеми уровнями биологической организации. Об этом свидетельствуют факты группировок генов в хромосомах протокариот (вирусы, бактерии) по принципу обеспечения последовательности биохимических реакций и наличие другой организации генетического материала у эукариот (высшие организмы). Все это ставит перед нами проблемы сравнительной, эволюционной генетики и, в частности, проблемы молекулярной генетики высших организмов.

Проблема гена еще далека от своего решения. Наиболее сокровенные стороны его структуры и функции нам неясны. Еще предстоит долгий путь углубления в дискретные основы жизни. Ген обладает бесконечной внутренней сложностью, однако в системе клетки он выступает как элементарная единица наследственности. Любой ген входит частью в интегральный эффект генотипа, обеспечивающего жизнедеятельность и развитие особи в целом. Действие генов подчиняется регуляторным механизмам целого генотипа и целостных процессов развития особи. Каждый ген действует на целый ряд признаков и каждый признак определяется действием многих генов.

Особо трудные в методологическом плане проблемы возникают в связи с необходимостью понять основы программирования генетической информации в процессе индивидуального развития. В процессе митоза при синтезе ДНК воспроизводится генетическая информация, закодированная в линейной последовательности ее нуклеотидов. В результате все клетки, появившиеся путем митоза, несут в себе полную генетическую информацию особи. И в этих условиях сохранения всей информации по всем клеткам все же идут процессы диф-

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 39, стр. 67.

ференциального развития тканей и органов. Очевидно, действие генов в такой системе должно быть определено целостной развивающейся системой, процессами взаимообусловленности части и целого и т. д.

Было показано, что гены расположены в хромосоме в линейном порядке не путем механической очередности, как буковки, соединенные в линию ниткой, напротив, линейность положения генов — это отражение глубинного строения молекулы ДНК. Это строение обеспечивает линейность структур и в пределах отдельных генов, ибо нуклеотиды сведены в линию полинуклеотидной цепи. Такая организация наследственных структур предполагает новые возможности для ее системности, для нового понимания соотношения в ней непрерывного и дискретного.

Ауторепродукция генов также потеряла черты чисто автономного процесса, ибо требует системы белков-ферментов и определенной биологической организации. Так, кольцевая хромосома у бактерий, представленная одной молекулой ДНК, начинает свою ауторепродукцию с определенного места — *инициатора ауторепродукции*. Фрагмент такой хромосомы, лишенный инициатора, не вступает в ауторепродукцию. Без клеточной организации в целом нет ауторепродукции генов.

Ген обладает способностью к бесконечным количественным и качественным преобразованиям. Он включен в обмен веществ, и в этом кроется главная причина его изменчивости. В принципе качество фактора, воздействующего извне на ген, может определять качество его изменений.

Вполне понятно, что и современная теория гена, несмотря на все ее успехи, все же отражает лишь ничтожную долю истины в неизвестном. Как мы видели, новое определение понятия гена в ряде пунктов отрицает старое понятие гена, в свое время сформулированное в классическом учении. Хорошо известно, что в физике новые достижения, которые привели к расщеплению атома, углубили, а не уничтожили учение об атоме. Новая концепция гена также преодолевает противоречия, накопившиеся в старом учении о гене. Развивая понятие гена, навсегда покончив с автогенезом и механицизмом, генетика пытается раскрыть диалектические взаимосвязи, присущие живым системам. Раскрыв же физико-химическую природу гена и переход этих явлений на биологический уровень в организации материи, мы поймем биологическую сущность единства в организации и в функциях гена, мы узнаем, как ген входит в ту целостную, более высокую систему, которая представлена клеткой, всем развивающимся генотипом и организмом.

При всем значении теории гена нельзя забывать, что пока единственной известной нам единицей жизни является клетка. Естественно, что наибольшие успехи в познании сущности

жизни будут связаны с раскрытием природы живой системы как целого. Поэтому наряду с ядерными структурами в клетке в настоящее время пристальное внимание исследователей обращено на процессы, связанные с клеточными мембранами, на такие органеллы клетки, как митохондрии, в которых обнаружена ДНК, на структуру и функции рибосом и т. д. Клетка в целом встает перед нами как единственный носитель самовозобновляющегося явления жизни. В этом процессе необходимо опереться на весь опыт общего диалектического анализа целостности систем, поставив их в связь со спецификой явлений жизни. Методологический анализ проблемы целостности жизни обещает много. Он должен развить и углубить те изменения в философских воззрениях на жизнь, которые достигнуты благодаря успехам молекулярной генетики.

После известной формулы Энгельса: «Жизнь есть способ существования белковых тел» генетическая биохимия, следуя по пути материализма, обогатила и расширила познание явлений жизни, синтезировав как субстанциональные, так и функциональные подходы. Сейчас, исходя из принципов кибернетики, широко пропагандируется чисто функциональное определение жизни. Однако жизнь на Земле вполне субстанциональна.

Мы все как величайшего события в истории человечества ждем встречи с внеземной жизнью. Может быть, грядущий полет на Марс откроет перед нами лицо жизни во Вселенной. Однако сейчас в понимании явлений жизни мы должны исходить из фактов. Энгельс писал: «Мы все согласны с тем, что в любой научной области — как в области природы, так и в области истории — надо исходить из данных нам фактов...»¹. Факты говорят о том, что жизнь на Земле — это интегральное существование ДНК, РНК и белков в форме индивидуализированных личных и видовых, целостных, структурно-биохимических, саморегулирующихся открытых систем, со свойствами воспроизведения исторически развивающихся форм генетической информации. Структурно-биохимические уровни в организации жизни могут быть очень различны — от человека до вирусов, лежащих на границе живого и неживого. Эти понятия внесли серьезные изменения в основы биологии. В их свете по-новому стоит проблема происхождения, сущности и управления жизнью. Настало время изучить важнейшие методологические принципы единства дискретности и целостности в структурно-системных основах жизни как высшей формы развития материи.

Раскрытие системности живого поведет нас к познанию сущности жизни и к овладению этим явлением во всей его историчности и сложности. Однако мост между живым и не-

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 370.

живым вначале должен быть перекинут путем экспериментального воспроизведения, а затем и создания «живых молекул» ДНК и РНК. Задача состоит в том, чтобы из неживых предшественников воспроизвести с матрицы, а затем и синтезировать молекулы ДНК, в которых в момент их полного и окончательного формирования вспыхнула бы искра жизни. Эту искру можно подхватить, помещая такие молекулы в клетки или в их бесклеточные аналоги, где «живые молекулы» оказываются способными ауторепродуцироваться, т. е. самоудваиваться и проявлять все другие свойства генов. Вот путь искусственного создания форм, пограничных между живым и неживым, который уже несколько лет тому назад четко сформулирован в молекулярной генетике, после чего ряд лабораторий бросили свои силы на ее решение. Совсем недавно появилось сообщение, что в Стенфордском университете группой Корнберга искусственно воспроизведены «живые молекулы» ДНК. Это открытие показало неразрывную связь явлений жизни с неорганическим миром, что давно было предсказано классиками марксизма. Таким образом, в прямом опыте доказана правильность идеи, что в основе появления жизни лежит особое взаимодействие тех же атомов, что составляют собой неорганическую природу. Однако надо подчеркнуть, что аналогично вирусам искусственно воспроизведенные живые молекулы ДНК способны жить только в системе клетки. Искусственное создание живой клетки, единственной пока известной нам самоорганизующейся и самовоспроизводящейся живой системы, это дело будущего. Однако первый шаг сделан — «живые молекулы» ДНК искусственно воспроизведены, мост между жизнью и неорганическим миром переброшен.

Основой при искусственном воспроизведении молекул ДНК послужила молекула ДНК вируса, с которой в контролируемых условиях снималась копия. Это по сути дела искусственное размножение генов. Развитие подобных работ открывает поистине фантастические перспективы для медицинской генетики.

Основой всех наследственных болезней и дефектов человека является наличие в клетках организма дефектного гена.

Можно ли заменить такой дефектный ген (или его продукт) на ген (или его продукт), обеспечивающий развитие нужного нам признака?

До сих пор казалось, что это невозможно. Теперь, после воспроизведения генов в искусственных условиях, в принципе открыты новые горизонты для обоснования и применения в медицине способов генотерапии. На путях этой работы стоят большие трудности. Необходимо создать условия для искусственного воспроизведения генов человека. Нужно обеспечить работу молекулярных механизмов сохранения чужеродных генов в человеке-реципиенте. Обеспечить нормальное функци-

опирание инкорпорированных чужеродных генов. Однако дорога открыта, по ней неудержимо пойдет лавина опытов и теорий, которые приведут человечество к ликвидации наследственных заболеваний и дефектов. На этом пути можно будет уничтожить недуги, которые мучают человечество в течение всей его истории: болезни сердечно-сосудистой системы, рак, слабоумие, карликовость, кровоточивость и многие другие, а также бактериальные и вирусные заболевания. Человек преодолет недостатки своей биологической природы.

Последствия научно-технической и социальной революции таковы, что в ближайшие 25 лет человеку придется изменить свое мышление больше, чем за предыдущие две с половиной тысячи лет. Опираясь на колоссальную пластичность физиологии мозга и на теорию гена в приложении к генетике человека, будущим исследователям придется решать много принципиально новых задач. Евгеника в свое время пыталась решить вопрос об улучшении человеческого рода, предлагая методы вмешательства, которые ничем не отличались от приемов зоотехники. Буржуазное общество, в недрах которого она возникла, беззастенчиво извращало ее в классовых целях. В нашей стране генетика человека широко развивается как объективная научная дисциплина. Особое внимание привлекает важнейшее ее направление — медицинская генетика.

Исследователи проблемы гена идут по тернистым тропам науки, им предстоит сделать еще много открытий, неожиданных, ломающих наши старые представления. Искключительные трудности стоят перед исследователями, работающими над проблемами молекулярной генетики. Они вошли в область генетических молекулярных структур и их функций, сложность которых превосходит все, что мы имеем в ядерной физике. Мы реально подходим к синтезу исходных форм жизни. Следует сказать, что работа в этой области требует наличия сложного приборостроения, химически чистых препаратов, сложных методов химии и физики. Как решение проблем космоса и ядерной физики, так и проблемы молекулярной генетики требуют новых форм научной работы, высококвалифицированных кадров и материальных затрат. Кроме того, комплексность проблемы требует синтетического объединения мышления физика, химика, кибернетика, биохимика и генетика.

Громадно будет влияние новых достижений на сельское хозяйство и медицину, ибо уже в наши дни генетика, заняв центральное место в биологии, вышла на передний край современного естествознания. Увлекая за собой всю биологию, генетика стала главной ареной для глубокого приложения физики, химии и математики в исследовании вопроса о сущности жизни и для разработки качественно новых путей управления наследственностью организмов. В то же время тео-

рия гена находится лишь в начале того бесконечного пути экспериментального и теоретического развития, которое еще предстоит испытать учению о гене. Залогом успеха является правильный методологический подход, построенный на базе понимания сущности диалектики процессов, свойственных глубинам живой природы.

Практические выходы от работы над проблемой гена будут иметь неограниченные возможности. Каждый ген в клетке является индивидуализированным программирующим устройством для синтеза специфических молекул белков. Экспериментальный синтез генов, т. е. разнообразнейших программирующих устройств, даст в руки человека штампы для производства любых белков, в том числе и любых ферментов; откроет перспективы промышленной автоматизации синтеза белков. Это будет переворотом в химической промышленности, так как создаст технологические процессы необычайной экономичности. Этот переворот коснется и медицины, ибо обеспечение при помощи матриц из пораженных генов синтеза «здоровых» белков и их введение больным людям откроет новые горизонты борьбы с наследственными болезнями. Наконец, расшифровка механизмов действия гена, в системе которых заложена программа развития особи, выяснение того, что происходит в генах под действием определенных химических соединений, и управление этими взаимодействиями, позволит нам управлять наследственностью живых организмов.

ПРОБЛЕМА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ. ФАКТОРЫ ИСТОРИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗМОВ. КОНТРОЛЬ НАД ЭВОЛЮЦИЕЙ ВИДОВ

Целесообразность в органическом мире — это важнейшее свойство жизни, под влиянием которого складываются организация, функции и поведение живого. От строения гена у вирусов и до высшей нервной деятельности у человека все пронизано могущественным влиянием целесообразности. Появляясь как приспособление в ответ на окружающие условия, целесообразность оказывается запрограммированной в генетическом материале. При наличии генетически запрограммированной целесообразности все формы жизни от молекулярного до организменного уровня оказываются в состоянии решать целевые задачи, без чего невозможна жизнь. Наличием целесообразности живое коренным образом отличается от неживого. Уровень запрограммированной целесообразности ярко проявляется в явлениях индивидуального развития. В одной оплодотворенной яйцеклетке человека заключается программа развития целой особи. Клетка в определенных условиях, реализуя цель, поставленную генетической программой, проходит в сжатые сроки гигантские этапы исторического обусловленного развития.

В течение тысячелетий факт наличия целесообразности организмов был использован телеологией для упрочения религиозных догм. Этот же факт был ложно истолкован в идеалистических воззрениях в биологии. Виталистическая идея о наличии в организмах особых нематериальных факторов имеет многовековую историю. Она берет свое начало в учении Платона о душе и учении Аристотеля об энтелехии. В прошлом и в текущем столетии пропаганда витализма велась Г. Шталем, Я. Иксюлем, Г. Дрищем и другими.

До Дарвина во взглядах на органический мир господствовали телеологические взгляды церковной догмы, которые в космологии благодаря Копернику и Галилею потерпели разгром еще в XVI—XVII веках. В геологию Лайель в первую четверть XIX века внес теорию развития. Однако в биологии вплоть до середины XIX столетия церковь и идеалистическая

метафизика занимали очень прочные позиции. Умами биологов того времени владели идеи о постоянстве видов. Линней заявил, что мы насчитываем столько видов, сколько их создано вначале бесконечное существо. Целесообразность в строении и функциях организмов рассматривалась как предуготовленное свойство, отвечающее требованиям решения заранее предназначенных задач.

Открытие факта эволюции и установление движущих сил развития органического мира принадлежит Дарвину. В 1859 году вышло в свет его замечательное произведение «Происхождение видов». В истории естествознания до XX века значение этого труда для развития общих представлений человека о Вселенной и ее развитии может быть сравнено только с трудом Коперника «Об обращениях небесных сфер», появившегося в 1543 году, с трудом Ньютона «Математические начала натуральной философии», опубликованного в 1687 году, и с трудом Г. Менделя «Опыты над растительными гибридами», появившегося в 1866 году.

Дарвин нанес окончательный удар религиозным представлениям о природе. Идеи о божественном происхождении жизни и, что особенно важно, о божественном происхождении человека, были подорваны в корне. Потеряли свое значение и идеи о предусмотренной богом гармонии и предусмотренной целесообразности жизни. Дарвин нашел те естественные законы, по которым жизнь, когда-то возникшая на Земле из неживого, претерпела длительный путь исторического развития и привела к существованию многообразных видов микроорганизмов, растений и животных.

Значение теории Дарвина в первую очередь заключалось в том, что она с материалистических позиций сумела найти причины появления целесообразности органических форм. Дарвин показал, что целесообразность возникает на основе деятельности естественного отбора, опирающегося на явления наследственности и изменчивости. Он раскрыл единство случайности и необходимости в становлении целесообразности. Эти воззрения Дарвина в наши дни в современной генетике завершились величайшим триумфом категории диалектического материализма о необходимости и случайности, ибо она явилась той философской основой, при помощи которой решен коренной вопрос эволюционного учения, а именно установление роли мутаций в эволюции и в селекции.

Классики марксизма в свое время высоко оценили теорию Дарвина. Энгельс считал, что решение вопроса о соотношении объективной случайности и необходимости составляет зерно всей теории Дарвина. Он писал в «Диалектике природы»: «Дарвин в своем составившем эпоху произведении исходит из самой широкой, покоящейся на случайности, фактической основы. Именно бесконечные случайные различия ин-

дивидов внутри отдельных видов, различия, которые могут усиливаться до выхода за пределы видового признака и у которых даже ближайшие их причины могут быть установлены лишь в самых редких случаях, именно они заставляют его подвергнуть сомнению прежнюю основу всякой закономерности в биологии — понятие вида в его прежней метафизической окостенелости и неизменности»¹.

До Дарвина вид трактовался как что-то застывшее, неизменное. Дарвин раскрыл диалектическое содержание понятия вида. Он превратил это понятие в верное отражение конкретной действительности, показал, что отвлеченного вида как категории всегда себе равной и неизменной в природе не существует. Вместе с тем он установил, что виды существуют реально, и тем самым сдвинул биологию с мертвой метафизической точки зрения, считавшей, что в природе столько неизменных видов, сколько их создал бог. Биологический вид предстал как внутренне противоречивый, борющийся и развивающийся коллектив.

Задача науки состоит в поисках внутренних, необходимых связей, которые скрываются за внешней видимостью, за многообразными случайными событиями. Однако случайность дополняет необходимость, представляет собой форму ее проявления. Последнее показывает, что анализ случайных событий может явиться и часто является на деле ключом для раскрытия необходимости. Так, в генетике открытие Менделем основных законов наследственности явилось триумфом научной значимости категории случайности и необходимости. Анализируя последствия случайного сочетания гамет с разными аллелями, имея перед собой лишь форму проявления необходимости, Мендель открыл законы расщепления. Он глубоко проник в биологические процессы наследственности, анализируя массовые случайные события, за которыми крылась глубоко обоснованная необходимость.

В настоящее время очевидно, что генетика, изучая физиологи наследственности и изменчивости, представляет собой один из столпов дарвиновской теории эволюции. Встав на путь экспериментального анализа факторов органической эволюции и во многих случаях овладев экспериментальным синтезом видов, генетика вписала новую страницу в историю эволюционного учения. В комплексе наук, изучающих процесс эволюции и управляющих эволюцией, как в природе, так и в практике селекции, генетика занимает почетное место. Этими успехами она обязана глубокому синтезу новых экспериментальных методов с историческим методом и с теорией развития. При этом сама генетика как наука возникла в качестве естественного звена в цепи развития общебиологических и

¹ Ф. Энгельс. Диалектика природы. М., Политиздат, 1965, стр. 189.

практических проблем, вызванных к жизни ростом производительных сил и дарвиновской теорией эволюции.

Однако вопреки внутренней логике развития, которая обнаружилась лишь много позднее, дарвиновская эволюционная идея в начале XX века была изгнана из генетики. Лидеры генетики того времени заняли резко антидарвинистские позиции и встали во главе новой, крайней атаки против дарвинизма. Прошло много времени, прежде чем генетика накопила факты, которые разорвали пути антиисторических воззрений, основой которых была идея о том, что генетика — точная наука и поэтому не должна иметь ничего общего с эволюционной теорией. Возросшее количество новых фактов потребовало приложения к генетике исторического метода, чтобы понять существующие формы наследственности и изменчивости организмов. За последние 40 лет генетика становится могучей поддержкой дарвиновской теории эволюции.

Много недоразумений было связано с пониманием сущности дарвиновской теории эволюции. Сама эволюционная идея имеет многовековую давность в истории биологии. Впервые вполне научное выражение она получила в труде Ламарка «Философия зоологии». Используя факты из области сравнительной анатомии, эмбриологии и палеонтологии, Ламарк отчетливо сформулировал проблему эволюции, но тем не менее он не разрешил вопроса о движущих силах исторического развития.

Основной закон развития органической природы был открыт Ч. Дарвином. Он обнаружил естественные законы эволюции, указал на внутреннее единство процессов исторического преобразования организмов и создал теорию развития на базе анализа специфических, объективных форм движения материи в органическом мире. Дарвин открыл реальные факторы органической эволюции в виде наследственности, изменчивости и естественного отбора.

Этого никому не удалось сделать до Дарвина. Относительно Ламарка К. А. Тимирязев писал: «Эволюционная идея была высказана Ламарком в начале XIX века. Однако его решение вопроса о факторах эволюции было совершенно неудовлетворительно». Порочность идеи Ламарка о факторах эволюции была обусловлена тем, что он не признавал за материей ее основного атрибута — движения.

Наивной концепции ламаркизма, что органический мир якобы лишен элементов самодвижения и что факторы среды однозначно вызывают мутации, дарвинизм противопоставил анализ сложной объективной диалектики исторического развития. Обнаружив неотъемлемое для органической материи движение, Дарвин решил вопрос о природе факторов эволюции и показал, что эволюция организмов идет на основе единства внутреннего и внешнего. Исходные элементы историче-

ского развития организмов Дарвин нашел в явлении неопределенной изменчивости.

Гениальное материалистическое зерно всей теории Дарвина заключается в том, что неопределенную наследственную изменчивость в приспособительном плане он рассматривает как объективно случайную. Наследственность представляет собой аккумуляцию всей истории вида. Развитие сложных приспособительных форм базируется на наследственной основе, которая представляет собой сложное образование, где все элементы находятся в определенном соответствии, иначе развитие не могло бы быть упорядоченным и целесообразным. Организмы существуют в определенных условиях среды, к которым они хорошо приспособлены. Когда факторы среды проникают до молекулярных основ и изменяют наследственность организмов, то естественно, что они нарушают исторически сложившуюся структуру. Очевидно, что в большинстве случаев подобное вмешательство во внутреннюю основу развития должно нарушить исторически закрепленный ход развития особи и явиться вредным изменением. В ряде случаев эти изменения будут нейтральны и сравнительно редко полезны. Дарвин, отдавая первенствующее значение неопределенной изменчивости как источнику появления нового в эволюции, писал: «Неопределенная изменчивость, будучи случайной, захватывает всю шкалу изменчивости, выражаясь главным образом в бесконечном количестве малых отклонений и доходя до резко уродливых форм, будучи случайной, оказывается полезной для организмов, вредной или безразличной».

Из всего этого следует, что неопределенная изменчивость, будучи инадаптивной, сама по себе не может составить процесса эволюции. Необходим какой-то направляющий принцип, который бы на базе объективной случайности неопределенных наследственных уклонений создавал направленное, закономерное, необходимое движение приспособительного прогресса органических форм. Дарвин открыл, что таким *формирующим принципом является деятельность естественного отбора в природе*. В руках человека применение искусственного отбора определяет желаемую для него эволюцию пород и сортов.

Дарвин писал, что «изменения, явно полезные или приятные для человека, возникают только случайно»¹.

Оценивая деятельность отбора в каждом поколении, Дарвин заявлял, что понятие естественного отбора содержит в себе мысль только о сохранении, а не о возникновении свойств. На это же указывал Энгельс, возражая Дюрингу: «Дарвин, напротив, определенно заявляет: выражение «есте-

¹ Ч. Дарвин. Происхождение видов. М.—Л., 1937, стр. 75.

ственный отбор» охватывает только *сохранение* изменений, а не их возникновение»¹.

Эволюция не осуществляет предустановленных целей и не определяется никакими целесообразными побуждениями самих организмов. Целесообразность определяется связью между организмами и внешней средой. При другой среде и целесообразность имела бы другой характер. Отмечая тот факт, что теория естественного отбора дает единственно правильное объяснение происхождения органической целесообразности, К. Маркс в письме к Ф. Энгельсу писал 16 января 1861 года: «...Здесь впервые не только нанесен смертельный удар «телеологии» в естествознании, но и эмпирически объяснен ее рациональный смысл».

Стихийно раскрывая закон единства и борьбы противоположностей, Дарвин изгнал из биологии старое, метафизическое представление об абсолютной необходимости, произвольно навязанной природе, в виде божественного закона. Объективно случайные изменения, не преследующие никаких целей, возникающие в качестве мутаций под действием вполне определенных внешних и внутренних причин, представляют собой тот материал, из которого и вместе с которым естественный отбор творит закономерный, необходимый процесс эволюции.

Дарвин установил, что органическая материя обладает специфической формой элементарного движения в виде неопределенной наследственной изменчивости, которая является исходной для сложного процесса эволюции. Само закономерное движение эволюции осуществляется на основе деятельности естественного отбора, вызываемого к жизни противоречиями между особями внутри вида и противоречиями между средой и организмом. Опираясь на эти принципы, Дарвин открыл закон развития органической природы.

Борьба против дарвинизма, развернувшаяся в последарвинскую эпоху, в первую очередь была направлена против творческой роли отбора и против дарвинской теории неопределенной наследственной изменчивости.

Творческую роль отбора Дарвин сравнивает с зодчим, для которого материалом постройки служат неправильные глыбы камней, случайно попадающиеся ему под руку из хаоса горного обвала. В другом месте он пишет: «...Можно сказать, что естественный отбор ежедневно и ежечасно расследует по всему свету мельчайшие изменения, отбрасывая дурные, сохраняя и слагая хорошие, работая неслышно и невидимо, где бы и когда бы ни представился к тому случай, над усовершенствованием каждого органического существа, в связи с условиями его жизни, органическими и неорганическими»².

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 74.

² Ч. Дарвин. Происхождение видов, стр. 133.

Дарвин показал, что селекционер творчески вызывает к жизни новые сорта на базе исходных неопределенных уклонений. Отбирая нужные уклонения, сочетая их через скрещивание, шлифуя и подгоняя через индивидуальный подбор и т. д., селекционер искусственным отбором направляет эволюцию животных и растений по нужным ему направлениям, вырывая эти формы из природной эволюции, где они трансформировались под воздействием естественного отбора.

Именно это учение о творческой роли отбора, гениальное дарвиновское решение задачи об историческом становлении приспособления, о появлении целесообразности в строении и функциях организмов через отбор объективно случайных наследственных изменений, то есть картина диалектического единства среды и организма и подвергалась наиболее решительной атаке со стороны антидарвинистов.

Данилевский в 1885 году восклицает: «Невозможно, чтобы масса случайностей... могла бы... произвести удивительнейшую целесообразность!». В противовес Дарвину Данилевский главными факторами видообразования считает: прямое действие среды, гибридизацию и др.

Родоначальник психоламаркизма Коп и его последователи также отвергали теорию отбора. Они полагали, что наследственность — это память, запечатлевающая все воздействия внешней среды и воспроизводящая ответы на них в качестве той же, адекватной форме во всех последующих поколениях, в силу чего «эволюция есть рост души» (Коп).

Огромная сила дарвиновского учения состояла в правильном обосновании диалектического соотношения между изменчивостью, наследственностью и естественным отбором, как факторами органической эволюции. Слабость дарвинизма состояла в незнании законов и природы наследственности, в неясности причин, вызывающих неопределенную изменчивость. Дарвин признавал свое незнание конкретных причин наследственности и изменчивости.

Однако не зная причин неопределенной изменчивости и не зная законов наследственности, Дарвин правильно решил вопрос о взаимодействии всех основных факторов органической эволюции. Он указывал, что хотя неопределенная изменчивость и вызывается факторами внешней среды, но она не имеет адекватного, целесообразного, т. е. приспособительного характера по отношению к факторам ее вызывающим. К. А. Тимирязев, писал: «...Повторяю, значение изменчивости Дарвин всегда признавал, не признавал он только за ним того целесообразного действия, которое совершенно безуспешно пытаются приписать этому фактору новейшие неудачные крики дарвинизма».

Сам Дарвин прекрасно понимал, что исследование природы и причин неопределенной наследственной изменчивости яв-

ляется одной из главных очередных задач, стоящих перед эволюционной теорией его времени. В 1880 году он заявляет, что «вряд ли в настоящее время имеется в биологии проблема большей важности, чем вопрос о природе и причинах изменчивости».

В статье «Факторы органической эволюции» Тимирязев приводит слова Дарвина из письма последних лет его жизни: «Хотел бы я быть помоложе да посильнее, — теперь передо мною уже выясняются новые пути исследования»¹. Эти пути, поясняет Тимирязев, очевидно, заключались в экспериментальном изучении явлений изменчивости.

Таким образом, развитие дарвинизма было одной из наиболее существенных причин, вызвавших усиленную разработку проблем физиологии наследственности и изменчивости, что и оформилось в начале XX столетия в виде самостоятельной науки, получившей название генетики. Очевидно, что генетика неразрывно связана с развитием эволюционной идеи. Однако эта простая и столь естественная мысль в начале нашего века, как мы уже отмечали, решительно оспаривалась. Лидеры генетики пытаются изгнать исторический метод из генетической науки и с позиций новых данных по наследственности и изменчивости организмов ниспровергнуть дарвинизм, заменив его неправильно понимаемой теорией мутаций. Лидеры генетики начала XX века встают на метафизические позиции в вопросе о развитии органического мира, они отходят от дарвиновского понимания единства случайного и необходимого.

Диалектический материализм не противопоставляет случайное необходимому. Случайностью мы называем такую внешнюю по отношению к данному явлению причину, которая не связана с внутренними закономерностями развития этого явления. Вместе с тем в природе случайность и закономерность тесно связаны в диалектическом единстве.

Нельзя не отметить глубокую диалектику закономерностей неопределенной наследственной изменчивости, которая состоит в том, что появление объективно случайных отклонений является по своим результатам для эволюции важнейшим приспособительным свойством видов, созданным естественным отбором. Неопределенная изменчивость неуклонно оберегает популяции и виды от специализации. Благодаря разнонаправленности процессов мутаций виды несут в себе черты эволюционной неспециализированности, что в величайшей степени обеспечивает возможности самых разнообразных форм и направлений для эволюции и селекции. Теория Дарвина служит практическим воплощением диалектического единства случайного и необходимого.

¹ К. А. Тимирязев, *Соч.*, т. 5, М., Сельхозгиз, 1938, стр. 130.

Великой заслугой Дарвина является то, что он изгнал из биологии старое метафизическое представление об абсолютной преддетерминированной необходимости, которая была навязана природе божественным законом.

Менделисты начала XX века отступили от диалектико-материалистических позиций Дарвина, они встали частью на вульгарно-механистическую платформу, а частью развили прямые идеалистические выводы. Причиной этого в первую очередь была философская «беззаботность» генетиков начала века.

В век величайших научных достижений нельзя обойтись без глубоких философских обобщений. Революция, идущая в естествознании, требует единства философии и науки. «Естествовед должен быть современным материалистом., — писал В. И. Ленин, — то есть должен быть диалектическим материалистом»¹.

Однако лидеры менделизма начала XX века встали на позиции метафизики и агностицизма. Им казалось, что теория гена, якобы устраняя дарвиновское учение, тем самым открывает в корне новый, принципиальный подход к самой проблеме эволюции.

Бэтсон, автор названия новой науки (генетика, 1907), в своей президентской речи на съезде естествоиспытателей в Австралии в 1914 году заявил, что «теория Дарвина для нас сейчас не более, как натурфилософия. Мы читаем дарвиновскую схему эволюции так же, как Лукреция или Ламарка, Практическое и экспериментальное изучение изменчивости и наследственности не просто открывает новые области науки, оно дает совершенно новую точку зрения».

В начале века создаются три основные новые эволюционные точки зрения в виде гипотез Гуго де Фриза, Бэтсона и Лотси, основанные на неверной трактовке природы гена. Каждая из них оказалась ошибочной, ибо вместо целостного синтетического подхода к проблеме исторического развития организмов эти авторы, увлекаясь экспериментальными данными, выявили отдельные явления, утрировали их, распространили на весь процесс эволюции, чем и извратили учение о факторах эволюции. Главная ошибка в теории гена у всех трех авторов была связана с отрывом наследственности от действия на нее внешних факторов. Все эти воззрения явились ярким примером автогенеза.

Для оценки общей ситуации этого времени небезынтересно отметить, что наряду с критикой со стороны менделистов и специалистов из других областей биологии дарвинизм подвергался атаке и со стороны новейшей идеалистической буржуазной философии начала XX века. В 1907 году появилась

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 45, стр. 30.

книга Бергсона «Творческая эволюция». Рассматривая движение материи как явление духовное и непротяженное, Бергсон полагал, что истинная наука должна изучать живые существа, все процессы которого управляются «жизненным порывом». Эволюция по Бергсону — явление психического порядка. Основными направлениями живого творчества, жизненного импульса являются растения, животные (инстинкт) и человек (ум).

Атака дарвинизма, проводимая со столь разных точек зрения, имела широкий научный и общественный отклик. Многим дарвинизм стал казаться устарелым учением, имеющим лишь исторический интерес. Антидарвинистская реакция с торжеством заявляла: «Дарвинизм — мертв». Однако торжество реакции было преждевременным. Выяснение разумного значения целесообразности достигло новых принципиальных высот благодаря глубокому синтезу дарвинизма и генетики в современной генетике популяций. Эта область знания, начатая статьей С. С. Четверикова, опубликованной в 1926 году, показала, что процессы появления новых видов базируются на законе единства и борьбы противоположностей. Возникновение мутаций в естественных условиях, появление их сложных комплексов, поведение популяций как единых наследственных систем (менделевских популяций), действие отбора — все эти факторы эволюции в их органическом единстве были изучены в громадном числе экспериментальных и теоретических исследований. Было показано, как единичные мутации, возникающие на основе объективной случайности, затем под действием отбора в комплексах генов распространяются среди массы особей; как они начинают характеризовать полиморфизм внутри вида, становятся достоянием всех особей популяций, подвида и, наконец, преобразуют свойства целых видов. Широкое развитие в генетике популяции получило творческое применение математики.

Работы по экспериментальному и теоретическому анализу генетических процессов в эволюции утвердили дарвинизм в генетике и показали значение исторического метода и теории развития для понимания сущности самой наследственности и изменчивости. Эволюционная идея пробивалась в генетике через ряд направлений. Их объединение в настоящее время привело к синтетическому разностороннему генетико-морфологическому подходу к проблемам эволюции и селекции. В наши дни генетика популяций очень важна для медицинской генетики. Целый ряд вопросов, связанных с появлением, распространением и лечением наследственных болезней человека, решается с широким привлечением данных по генетике популяций.

Генетика популяций — это одна из наиболее стремительно развивающихся областей общей генетики. Объем знаний

в этой новой области колоссально возрастает с каждым годом. Данные генетики популяций насущно необходимы эволюционисту, селекционеру, систематику, экологу, общему биологу, философу. Перед ней открыта дорога исключительно успешных исследований в теории и практике. В прошлом рассмотрение законов эволюции базировалось исключительно на анализе изменений формы организмов. Генетика популяций проникла в содержание процесса эволюции и на этом пути раскрыла реальный механизм действия наследственности, мутаций и отбора.

Генетика популяций показала, что эволюция это не физический процесс изменчивости организмов в тех или иных условиях среды. Эволюция организмов — проблема историческая, она зиждется на историческом преобразовании группы особей, через переход единичного в общее. Вскрытие диалектики перехода единичного в общее, т. е. появления единичных мутаций и интеграции их комплексов в групповые особенности популяций, подвидов и видов, обеспечило реальный синтез генетики и дарвинизма и привело к новому этапу развития всего учения об эволюции организмов.

Следует признать, что появление и разработка хромосомной теории не были связаны непосредственно с эволюционной идеей. Более того, Т. Морган противопоставил теорию мутаций теории естественного отбора. Понадобилось 20 лет, прежде чем были созданы теоретические основы и разработаны методы для генетического изучения факторов эволюции в природе. В 20-х годах совершился тот поворот, который привел к созданию новой эволюционной генетики. Решающее значение для этого поворота сыграли теоретические и экспериментальные исследования по эволюции и генетике популяций, которые были основаны трудами ученых в СССР.

Исходным моментом для этого поворота, как мы уже отмечали, послужила классическая работа С. С. Четверикова «О некоторых моментах эволюционного процесса с точки зрения современной генетики» (1926 г.).

Первый экспериментальный анализ диких популяций крымских дрозофил был выполнен С. С. Четвериковым и его сотрудниками. Труды Холдэна, Фишера и Райта в 1930—1932 годах были посвящены генетико-математическому анализу факторов эволюции в популяциях. В 1931 году появилась статья Н. П. Дубинина «Генетико-автоматические процессы и их значение для механизма органической эволюции», в 1932 году статья Н. П. Дубинина и Д. Д. Ромашова «Генетическое строение вида и его эволюция».

Во всех этих работах на новом уровне была раскрыта сущность учения о роли случайности для процессов эволюции и селекции. Эти работы показали, что наряду с известными факторами эволюции — наследственная изменчивость (мута-

нии, комбинации) и действие отбора — существенную роль могут играть стохастические процессы, отражающие вероятностные изменения концентрации генов в малых популяциях. Загадка генетического эффекта изоляции в эволюции, вызывающего дивергенцию популяций по неадаптивным свойствам, неразрешенная Дарвином, получила свое решение в теории генетико-автоматических процессов («дрейф» генов).

После основополагающих работ С. С. Четверикова и других экспериментальные методы в исследовании эволюции и генетики популяций начинают разрабатываться большой школой советских генетиков, и вскоре это новое направление превращается в международное научное движение, представленное такими выдающимися учеными, как Добжанский, Сертевант, Тимофеев-Ресовский, Циммерман, Гордон, Мазер и другие.

Благодаря работам в этом направлении исторический метод входит в круг генетического исследования и эволюционная идея в генетике приобретает дарвинистический характер. Эти исследования с огромной убедительностью показывают правоту гениальной теории Дарвина. Генетический анализ происхождения видов становится одной из центральных задач экспериментального и теоретического исследования. В течение последних 30 лет происходит огромный по своей важности процесс утверждения дарвинизма в генетике, дарвинизма, обогащенного, во многом претерпевшего плодотворное развитие. Еще в начале нового направления было ясно, что дарвиновские принципы должны лечь в основу генетической концепции эволюции. Дубинин и Ромашов в одной из первых работ этого нового направления писали в 1932 году: «Генетические исследования по природе естественных популяций откроют перед нами конкретный механизм эволюции организмов, общий характер которого был гениально нарисован Ч. Дарвином».

Гексли, подводя итоги многим работам по генетике, в своей книге «Эволюция» пишет, что благодаря генетическим исследованиям «дарвинизм, как феникс, возник из золы похоронного костра, который был в свое время зажжен столь непохожими друг на друга людьми, как Бэтсон и Бергсон...».

Совокупность элементов и процессов, составляющих предмет, является его содержанием. Организация предмета, его структура представляют собой форму. Как форма, так и содержание внутренне присуще данному предмету. Диалектический материализм исходит из единства содержания и формы их неотделимости друг от друга. Однако единство не означает тождества, напротив оно предполагает наличие диалектических противоречий. Содержание составляет активное начало вещей, которое в силу присущих ему противоречий постоянно развивается, его изменения влекут за собой, изменения формы. Содержание определяет форму. Однако при

этом и форма способна активно воздействовать на содержание, способствовать его развитию или тормозить его развитие. В свете этого очевидно, что форма отстает от развития содержания, стареет, вступает в противоречие. В результате происходит сбрасывание старой формы и замена ее новой; содержание получает простор для нового развития.

В истории науки немало примеров тому, что познание принимало форму явления за их содержание. Результатом этого были крупные недоразумения, тормозящие развитие прогрессивных областей знания.

Это можно показать на примере истории развития идей, посвященных анализу содержания процессов, идущих при скрещивании организмов. Скрещивая различные виды и другие отдаленные формы, ученые находили, что признаки гибридов, как правило, оказываются промежуточными по сравнению с родительскими формами.

Наблюдая такую картину, исследователи переносили ее особенности прямо в содержание предмета. Именно благодаря такой логике познания, не отличавшей формы от содержания, на всем протяжении XIX века в основном господствовала теория слитной, постоянно-промежуточной наследственности, которая была сформулирована еще Кельрейтером в 1761 году. Кельрейтер представлял процесс оплодотворения в виде смешения двух маслянистых жидкостей. Он писал: «Из соединения ^и смешения этих обоих веществ, осуществляющегося в определенных пропорциях самым тесным и тщательным образом, образуется некое другое... точно так, как из соединения кислой и щелочной возникает третья — нейтральная соль»¹.

Еще более отчетливо сущность учения о слитной наследственности выражалась в сравнении скрещивания различающихся особей со смешением разноокрашенных жидкостей, в результате чего появляется промежуточная по окраске и постоянная в дальнейшем жидкость.

Ч. Дарвин колебался в своем отношении к теории постоянно-промежуточной наследственности. С одной стороны, он принимал эту теорию, с другой — он ясно чувствовал ее неудовлетворительность. Обсуждая факты атавизма, когда в потомстве гибридов выплывают особи с признаками предков, Дарвин указывает, что это не согласуется с принципами постоянно-промежуточного наследования. Однако вскоре выяснилось, что теории постоянно-промежуточного наследования ставят под угрозу основы всей дарвиновской теории. Ф. Дженкин показал, что при наличии слитной наследственности индивидуальные неопределенные наследственные отклонения не

¹ Огюстен Сажрэ и др. Избранные работы о растительных гибридах. М.—Л., Биомедгиз, 1935, стр. 37.

могут служить материалом для отбора. Поскольку согласно этой теории скрещивание всегда ведет к необратимому слиянию наследственности, отдельные уклонения не могут сохраняться, они должны раствориться в исходном типе.

Как общие соображения, так и наблюдения над фактами наследования заставляют Дарвина попытаться сформулировать идею о природе наследственности, прямо противоположную учению о постоянно-промежуточной наследственности. Дарвин формулирует принципы корпускулярности, атомизма в наследственности, которые он изложил главным образом в своей временной гипотезе пангенезиса.

Формулируя принцип атомизма в наследственности, Дарвин в письме к Ф. Мюллеру писал: «Мне часто представляется почти несомненным, что признаки родителей «фотографируются» в ребенке только благодаря материальным атомам, происходящим от каждой клетки обоих родителей и развивающихся в ребенке».

Гипотеза пангенезиса в ряде основных моментов оказалась неверной. Тем не менее именно Дарвину принадлежит честь основания идеи о корпускулярности наследственности в биологии XIX века.

В. Л. Комаров так пишет об этой заслуге Дарвина: «В книге «Изменения животных и растений под влиянием одомашнивания» (Соч., т. 4) мы находим главу XXVII, посвященную временной гипотезе «пангенезиса». Эта глава кладет начало материалистической корпускулярной теории наследственности. Ясно, что Дарвин является предтечей учения о генах, о рецессивных и доминирующих признаках и пр.»

Пройдя ряд этапов, идея о корпускулярности наследственности воплотилась в жизнь в экспериментах по менделевскому наследованию. Эти опыты легли в основу широкой современной генетической теории корпускулярности наследственности (теория гена), которая и явилась подлинным фундаментом дарвиновской теории отбора.

Категории формы и содержания, наряду с категорией единичного и общего и другими категориями, имеют важнейшее значение для проблем генетики и эволюции популяций. Именно благодаря раскрытию наследственного содержания популяций, форма которых во многих случаях была внешне тождественной, генетика популяций стала в центр развития генетических исследований по эволюции. Эволюция вида является сложным процессом, в его содержании нелегко обнаружить элементарные проявления отдельных факторов эволюции. Это обусловлено тем, что эволюция вида в целом складывается из многих первичных процессов. Чтобы обнаружить источники эволюции и затем проследить их интеграцию в эволюции целого вида, необходимо было найти те естественные группы в природе, в содержании которых зарождаются эти исходные

процессы. Массив вида, как правило, в силу действия географических, экологических и других факторов изоляции разбит на отдельные популяции, между которыми в той или иной степени предотвращена возможность свободного скрещивания. Следовательно, реальными группами в природе, в которых надо искать зарождение и первое осуществление эволюции, являются природные популяции. Эти обстоятельства и поставили вопросы эволюции и генетики популяций в центр всего развития экспериментального и теоретического дарвинизма.

История экспериментальных исследований по эволюции и генетике популяций условно может быть разбита на два основных этапа. Первый этап был связан с аналитическим установлением основных явлений, фактов и принципов в генетике популяций. Второй этап, который в основном только лишь начинается, характеризуется попытками синтетического анализа процессов эволюции. Среди этих новых направлений одним из главных является изучение взаимодействия естественного отбора и мутаций. Фактический анализ влияния естественного отбора на эволюцию генетического содержания популяций ускользал от исследователей. Теперь в генетике популяций открылись новые возможности. Первые наиболее яркие факты были получены И. И. Лукиным при обнаружении обратимых наследственных перестроек в популяциях в ответ на смену условий обитания. Н. В. Тимофеев-Ресовский в 1940 году установил, что светлые и темные формы у божьих коровок, определяемые разными аллелями одного и того же гена, имеют разное значение при отборе зимой и в летние месяцы. Популяции обратимо перестраиваются по сезонам за счет увеличения концентрации то одного, то другого аллеля.

Вот уже более 40 лет отделяют нас от работы С. С. Четверикова (1926 г.), в которой был установлен факт наличия в популяциях большого числа мутаций в гетерозиготном состоянии. Теперь же проблемы эволюции популяций выросли в целую область науки.

Приведенные материалы показывают, какое громадное значение имеет категория формы и содержания для обоснования и развития фундаментальных проблем генетики популяций и дарвинизма.

Эта категория глубоко касается наследственности человека. Генетический груз, накапливаемый в наследственности человека, является причиной устойчивого появления около 4% детей с наследственными уродствами. Такие дети рождаются от внешне здоровых родителей. Вначале мутации изменяют наследственное содержание популяций, а затем, запаздывая, появляется измененная форма в виде врожденно больных детей. Так, при облучении одного поколения радиация изменяет гены и хромосомы в популяции человека. Затем по законам

рекомбинации врожденные уклонения появляются без повторных воздействий в длинном ряду последующих поколений.

Однако методологическая разработка проблем генетики популяций только лишь начинается. Важнейшее значение в этом анализе должна получить категория целостности. Нельзя забывать, что биологический вид относится к типу органической целостности. Ее уникальной особенностью служит самовоспроизведение, при этом вид составлен из популяций, каждая из которых также обладает чертами целостности. Встают вопросы: *в чем сущность целостности популяций и как интеграция создает эту целостность? Каков способ связи элементов внутри популяций, что ведет к появлению целостности?* Для проблем генетики популяций диалектико-материалистическое понимание части и целого имеет особо важное значение.

Проблема интеграции генных систем в определении явлений внутрипопуляционного гетерозиса была поставлена автором брошюры в 1948 году. С тех пор она получила самое широкое развитие. По-иному подошел к этой проблеме И. И. Шмальгаузен (1946 г.). Согласно его идее сопряженная дифференциация групп обеспечивает приспособляемость популяций в пространстве и во времени. Можно указать на четыре уровня, в которых проявляется целостность генетической системы в разных типах организации и развития живых систем:

1) уровень организации форм записан генетической информацией, включенной в систему клетки, что обеспечивает биохимической работой кода и его способностью к ауторепродукции. Будучи сложной системой, генетический код входит составной частью в более сложную систему — клетку. В жизнедеятельности и развитии клетки генетический код выступает как управляющая система, которая сама подвержена изменению и развитию;

2) уровень организации и действия генетической информации в процессах индивидуального развития особи. Здесь генетический код выступает как сменяющие одна другую по мере развития автоматические регулирующие управляющие механизмы, что составляет мотив, основу развития особи, упорядоченного во времени и в пространстве. В этих явлениях особое значение должно иметь влияние обратной связи, когда разные фазы целостного развития в онтогенезе должны определять подачу разных форм генетической информации из ядра клетки;

3) уровень эволюционной организации и процессов исторических преобразований генетических систем, связанных с процессами микро- и макроэволюции организмов. В этом случае проблема целостности в организации генов видов и других

преобразований филогенетических систем имеет ведущее значение;

4) уровень коадаптированной организации целостных видовых генотипов, входящих в систему биогеоценологических взаимоотношений. Жизнь в биосфере и эволюция видов протекают при взаимодействии видов, входящих в определенное сообщество в условиях определенного местообитания. Именно здесь происходит грандиозный биогеохимический круговорот энергии и вещества в биосфере Земли. В этих условиях, в пределах элементарных биогеоценозов, возникают сложные взаимосвязанные системы коадаптированных видов, налагающие черты единства на системы генотипов в компонентах биогеоценоза. Проблема еще не нашедшая своих исследователей, но очень важная в историческом и эволюционно-генетическом плане. Нельзя забывать, что генетико-эволюционные проблемы управления жизнью на Земле, в том числе в случае повышенного уровня фона радиации, последствия от неразумной химизации и т. д., будут решаться на путях генетики биогеоценозов.

Методологический анализ проблем целостности в генетике развит еще недостаточно. До сих пор анализ в генетике доминировал над синтезом. Наступает пора синтеза, в которой методологическая проблема целостности будет иметь всеобъемлемое значение. В истории нашей науки обилие частных неоднократно затемняло собой целое, вызывая ошибки автогенеза, евгеники, антиэволюционизма и т. д. В характеристике генетической системы необходимо отбросить суммарный подход, когда рассматривают гены, клетку и организм лишь как механическую совокупность их частей. Настала пора раскрыть связи элементов генотипа и его функционирования. На этом пути лежат крупнейшие открытия будущего эволюционной генетики и разработка новых методов селекции.

Н. И. Вавилов определял селекцию как эволюцию, управляемую волей человека. Однако наступает время, когда эволюция множества форм жизни в природе начинает испытывать на себе влияние деятельности человека. Бурный рост науки и техники делает особенно актуальной вечную проблему отношения между человеком и природой. Общая индустриализация стран, химизация народного хозяйства, рост уровня радиоактивности и многие другие стороны деятельности человека изменяют биосферу и вмешиваются в процессы естественной эволюции. Во весь рост встает проблема разумного контроля над эволюцией жизни на Земле. Охрана природы и приумножение ее богатств неотрывны от задач преобразования природы. Источники болезней и другие вредные начала должны быть побеждены. Как никогда, становятся актуальными слова Маркса о том, что философы до сих пор лишь объясняли мир, задача состоит в его изменении.

Перед генетической теорией эволюции стоят громадные задачи. Необходимо конкретно выяснить законы исторического развития в разных группах организмов, раскрыть роль генотипической детерминации процессов макроэволюции, выяснить законы, лежащие в основе исторических реакций популяций на почве отбора, которые осуществляются не только на основе использования отдельных мутаций, но и путем преобразования генетических систем с интегрированными комплексами генотипов и т. д. Более того, в дальнейшем для решения проблем контроля над эволюцией видов необходимо будет во многом преобразовать объективно случайную основу естественного мутирования и создать методы вызывания потоков направленной изменчивости органических форм. В этом отрицании законов естественного мутагенеза кроется величайшая возможность для целенаправленной селекции и управления эволюцией жизни на Земле.

**ПРОБЛЕМА МУТАЦИЙ.
О СУЩНОСТИ ЯВЛЕНИЙ
НАСЛЕДСТВЕННОЙ
ИЗМЕНЧИВОСТИ ОРГАНИЗМОВ**

Явление мутаций — это основа эволюции, селекции и наследственной изменчивости всего органического мира. Это то неустранимое движение органической материи в генетическом материале, которое обуславливает вечный процесс проявления нового. Теория мутаций неотрывна от теории гена и учения о хромосомах.

В истории этого вопроса с особой яркостью проявилась роль методологии в познании явления. Потребовалась длительная борьба против механицизма, метафизики, идеализма, прежде чем генетика пришла к пониманию того, что явление мутаций протекает по законам диалектико-материалистического детерминизма. В этой проблеме и в дальнейшем стоит задача глубокого развития философских основ научного познания природы. «...Естествознание, — писал В. И. Ленин, — прогрессирует так быстро, переживает период такой глубокой революционной ломки во всех областях, что без философских выводов естествознанию не обойтись ни в коем случае»¹.

Фактическая сторона явления мутаций в настоящее время изучена очень подробно. Раскрыта глубокая диалектика происходящих здесь событий. Сейчас ясно, что беспричинных мутаций не существует, что факторы мутаций лежат в специфике материала, в особенностях живых систем в целом, в диалектических связях внешнего и внутреннего. Однако несмотря на это до сих пор в теории мутаций представлены, с одной стороны, позиция механистического детерминизма, с другой — абсолютизация случайных явлений путем их противопоставления необходимости.

Позиция механистического детерминизма яркое выражение получила во взглядах об адекватном влиянии на наслед-

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 45, стр. 31.

ственность факторов среды (Т. Д. Лысенко и др.). Эта концепция стояла на позициях однозначности причинно-следственных отношений, исключающих категорию объективной случайности. Лысенко, исходя из этих позиций механистического детерминизма, считал, что «наука враг случайности». Он настойчиво выдвигал концепцию, согласно которой наследственные изменения прямо в определенной качественной форме детерминированы внешними воздействиями (адекватные мутации).

С другой стороны, рядом генетиков была сделана попытка построить теорию мутаций исходя из абсолютизации случайности явлений. Наиболее ярко мысль о процессе мутаций как о царстве хаоса случайностей выразил Г. Меллер, который писал в 1951 году, что «причина мутаций лежит скрытой в превратности молекулярного хаоса». Абсолютизация случайности в теории мутаций явилась логическим завершением этапа автогенеза, который господствовал в генетике в течение первых десятилетий нашего века.

Вопрос о причинности является одним из главных водоразделов в борьбе между идеализмом и материализмом. Материализм считает причинные связи присущими самим вещам, существующим вне и независимо от сознания. Причинность имеет объективный и всеобщий характер. Идеализм или признает причинность, коренящуюся в духе, или же полностью отрицает ее, сводя причинность лишь к привычной последовательности ощущений человека.

Диалектический материализм, опираясь на достижения науки и практики, утверждает существование универсального взаимодействия предметов и явлений мира, их всеобщую закономерную связь, моментом или частицей которой служит причинное отношение. Причинность, хотя и представляет собой, как указывал В. И. Ленин, лишь часть мировой связи, вместе с тем это наиболее общая, универсальная связь явлений, предметов. Существенно отыскание главных причин, что помогает правильно понять происхождение и сущность явления, понять законы его развития. В. И. Ленин указывает, что при решении задач надо найти то особое, основное звено в цепи событий, опираясь на которое можно вытащить всю цепь.

Современные данные показали, что мутации — это химические изменения генетического материала, которые осуществляются не самопроизвольно, а под воздействием среды на всех фазах жизни половых и соматических клеток. В свете данных молекулярной биологии ген является отрезком молекулы ДНК. Природа генных мутаций связана с изменением количества нуклеотидов или их порядка внутри гена. Поскольку хромосома представляет собой сложно организованную ядерную органеллу, не представляет сомнений, что нару-

шение структуры хромосом или изменение их числа в ядре также изменяет объем или качество генетической информации. Эта категория мутаций получила название *хромосомных изменений*.

Когда мы обращаемся к отдельному акту мутации гена, перед нами проявляется ясная картина детерминированности событий. Это явление очень четко регистрируется при искусственном мутагенезе. В случае действия на фаги азотистой кислотой или акридином нам ясны те определенные изменения молекул ДНК, которые они вызывают. Имеются мутагены, которые, поражая определенные типы генов, вызывают картину специфичности мутирования. Все это позволило сформулировать положение, что качество мутаций определяется качеством воздействующего фактора.

Значит ли из этого, что знание полной причины и установление причинно-следственных отношений имеет место при естественных мутациях и во всей массе опытов по искусственному мутагенезу? Нет, картина здесь совершенно другая. Формы связей между генетическим материалом и факторам: внешней и внутренней среды исключительно сложны.

Соединяя водород и кислород, мы при определенных условиях всегда получим образование молекул воды. Здесь мы можем говорить об адекватности ответа. Гидроксиламин, проникая в клетку, реагирует преимущественно с цитозином в молекуле ДНК; в результате происходят адекватные мутации на основе вполне определенных замен отдельных пар: цитозин — гуанин на пары аденин — тимин. Таким образом, говоря о процессах, ведущих к появлению мутаций, мы встречаемся с картиной истинной связи причин и следствий; во всех контролируемых случаях мы точно находим то явление (мутагенный фактор), которое при определенных условиях видоизменяет или порождает и определяет другое явление (появление генной мутации). Как во всяком химическом взаимодействии двух веществ, в реакции между геном и химическим мутагеном невозможно видеть активную и пассивную сторону. Однако явление — следствие в виде мутантного гена — путем ауторепродукции будет сохранено во всех клеточных поколениях. Что же касается причины (химического мутагена), то она после реакции угасает, будучи исчерпана самой реакцией с геном и другими компонентами в клетке.

В первичных процессах мутагенеза мы встречаемся с адекватностью действия, поскольку форма подачи химической энергии определяет характер химических изменений гена. В этом понимании адекватность мутаций означает соответствие качества изменений наследственности качеству воздействующих факторов.

Это соответствие, т. е. адекватность в мутагенезе, достигает своего максимального выражения при решении пробле-

мы получения направленных мутаций. В этом случае специфика химической формы подачи энергии должна быть такова, чтобы мы добились мутации только данного гена (или генов) в определенное, заранее предсказуемое аллельное состояние. Здесь действие главной причины будет вести только к одному адекватному ответу генетического материала.

Подобное решение проблемы адекватности в процессе мутации имеет в виду как действие внешних причин, так и внутренних, которые свойственны рамкам данной системы. Мутации возникают в условиях сложного многообразия причин и в основном под действием специфических причин, т. е. совокупности обстоятельств, взаимодействие которых вызывает следствие. В организме, в клетке имеется сложнейшая игра условий, влияющая на действие специфической причины. В результате возникает сложнейшая картина процесса мутаций, отличающаяся основными эволюционно созданными особенностями, всеобщими для всех организмов. Адекватность, т. е. соответствие действия причине, имеет место в каждом отдельном акте мутации, поскольку мутация — это изменение химии гена, возникшее в соответствии с определенными законами изменения в молекуле ДНК.

У некоторых фагов около 100 генов, у дрозофилы около 10 000 и т. д. Изменения отдельных индивидуальных генов сравнительно редки, условия в клетке очень сложны, в результате общий процесс мутации всех генов выливается в статистическую закономерность. Многообразие причин ведет к многообразию изменчивости генов. Перед нами встает картина многообразия, ненаправленности, статистичности мутирования. Это верное отображение суммарной картины мутаций было ошибочно перенесено на процессы первичного появления химических изменений свойств в хромосомах. Исходя из этого возникла концепция, что нет актов взаимодействия явлений как причины мутаций; что первичный процесс мутирования — это якобы хаос молекулярных и атомных случайностей.

Новые данные о причинах и природе мутаций позволяют нам избежать крайности как фатализма (автогенеза), так и абсолютизации случайных событий (недетерминированных процессов мутаций). Эти данные показывают правоту диалектико-материалистического истолкования детерминизма, которое учитывает как непосредственные и однозначные принципы связи динамического типа, так и статистические явления. В последних необходимость проявляется лишь суммарно. Новые исследования по генетике реально показали специфичность взаимодействия живых систем, т. е. целостного организма с мутагенными факторами, реально отразив диалектику связей внешнего и внутреннего.

Сейчас мы научились при помощи разных химических фак-

торов и других воздействий вызывать многообразные формы мутаций. Началась работа по преодолению объективно случайного хода естественных мутаций.

При помощи химических мутагенов показаны факты специфического мутирования. На базе данных молекулярной генетики поставлена задача получения направленных мутаций. Вся проблема управления мутациями основана на признании того, что детерминированное явление, проявляющееся в форме случайного, в общих условиях (в природе) и в конкретных условиях (управление мутациями человеком) становится необходимым. Это еще раз показывает, что знание закона единства внешнего и внутреннего позволяет человеку подчинить своим интересам самые сложные явления природы.

Обращаясь к естественному мутагенезу, мы должны еще раз подчеркнуть все своеобразие этого явления. В генетике есть приверженцы простого переноса индетерминистических истолкований квантовой механики на процессы мутаций. Они полагают, что отдельные изменения генов принципиально не детерминированы и поэтому могут быть описаны лишь статистически. Идея о том, что детерминизм якобы потерпел крах в истолковании главнейших явлений жизни, пришла путем слепого переноса ошибочных позиций ряда физиков, заявивших о крахе детерминизма в области микроявлений. Однако в квантовой механике борьба против причинности и детерминизма закончилась полным поражением неопозитивистских воззрений. В свете новых данных генетики стало ясно, что изменение в материальном субстрате генов и хромосом носит характер отчетливой детерминированности.

Это доказано практикой эксперимента по произвольному вызыванию индуцированных мутаций. Более того, внимательный анализ показывает, что внутри каждого вида процессы отнюдь не хаотичны; они во всех случаях отражают внутренний закон, прокладывающий дорогу через случайности. Этот внутренний закон выражается в известных ограничениях многообразия мутаций, в сходстве наследственной изменчивости у близких видов.

В чем же природа этого внутреннего закона? Ошибочным является ответ тех, кто считает мутабельность проявлением приспособительности в свойствах видов. Согласно такой точке зрения в основе этой внутренней необходимости лежит тенденция к приспособительной направленности мутаций благодаря программированному влиянию генотипа. В результате якобы имеется общее соответствие между качеством изменения наследственности и качеством воздействующих факторов среды. Такая постановка вопроса неверна в свете очевидной органической детерминированности мутаций; при этом она лишает естественный мутационный процесс его основной ме-

тодологической характеристики, как явления объективно случайного.

В генетике популяций мной введено понятие об *эволюционном гомеостазе*, которое является приложением на популяционном уровне того же принципа объективной случайности естественных мутаций. Понятие об эволюционном гомеостазе означает эволюционную устойчивость популяций и видов в ответ на изменения в среде обитания. Мы знаем, как быстро сейчас наследственно изменяются растения, животные и микроорганизмы, приспосабливаясь к изменениям в среде, вызываемым деятельностью человека. Изменения химической обстановки часто связаны с введением в среду веществ, которые до того никогда не действовали на организмы, и тем не менее популяции быстро приобретают нужные им приспособительные свойства. В этом случае ни о каком соответствии полезных качеств мутаций качеству действующего фактора не может быть и речи. Все эти процессы эволюции зиждятся на использовании объективно случайных мутаций, у которых отбор быстро интегрирует новые приспособительные генотипы. В общем плане можно сказать, что эволюционный гомеостаз мыслим только при строгом сохранении закона объективной случайности мутаций.

Имеется немало фактов, свидетельствующих, что особенности мутаций определяются генотипическими факторами. Это показывает, что способность многих генов многообразно разнонаправленно изменяться в ответ на одни и те же мутагенные факторы при естественном мутационном процессе запрограммирована в управляющей генетической системе. В организме, как в целом, органический детерминизм обеспечивает проявление закона объективной случайности мутаций. Природа миллионами лет создавала основы эволюционного гомеостаза, генетически запрограммировав основу для появления объективно случайных мутаций. Диалектика событий здесь такова, что исходная неприспособленность мутаций выступает как глубочайшее закрепленное эволюционное приспособительное свойство. Объективная случайность мутаций, преломляясь через призму отбора, создает необходимость в виде приспособительности признаков. Это касается не только высших организмов, но и бактерий и вирусов. Является недоумением утверждение, что у них благоприятные мутации более часты. Объективная случайность мутации — это один из наиболее глубоких законов исторического существования организмов, глубоко запрограммированный в генотипе. Он отражает важнейшее эволюционное приспособление, без которого не было бы основ для безграничной эволюции жизни в ответ на появление все новых и новых условий внешней среды.

Наследственность есть продукт исторического развития, и

для решения задач эволюции создана генетическая информация, которая, используя органический детерминизм, задает направление объективной случайности характера мутаций. Конечно, в каждом виде и в каждой популяции имеется определенное ограничение «степеней свободы», связанное с наличием определенного исторически общего комплекса генов. Именно в этом проявляется внутренний закон, показывающий исторически обусловленный детерминизм при появлении объективно случайных мутаций. Честь раскрытия этого явления принадлежит Н. И. Вавилову в его законе гомологических рядов в наследственной изменчивости. Однако в пределах этих ограничений все равно решающее значение имеет закон объективной случайности мутаций. В таком решении вопроса о природе мутаций нет никаких элементов абсолютизации случайности генетических изменений.

Взаимодействие генетической системы со средой идет не через механические связи, не через установление причинно-следственных отношений, а путем органической детерминации. Факторы среды преломляются через специфику живой системы, которая сама активно через обменные процессы их трансформирует. Наконец, сами гены способны многообразно меняться при сходных воздействиях. В результате появляется поток наследственного разнообразия по отношению к исходным факторам среды в виде объективно случайных мутаций. Что касается детерминированности самого явления мутаций, то оно очевидно из того факта, что сейчас мы научились при помощи радиации, разных химических факторов и других воздействий вызывать многообразные формы мутаций в огромных количествах. В работах по химическому мутагенезу показаны факторы специфического мутирования. Однако законы объективной случайности все еще довлеют над всеми процессами, идущими и при искусственном вызывании мутаций.

При естественном мутагенезе попытки рассмотреть действие внешнего фактора на мутации генов с позиции причинно-следственных отношений являются типично упрощенческим механистическим подходом, не учитывающим переходов от одного типа связей к другому. В этом случае причинно-следственные отношения действительно выступают как одна из многочисленных форм связи явлений. Однако здесь по отношению к мутагенезу во множестве действуют случайные факторы, в результате чего явление мутаций определяется не непосредственными и однозначными связями, а требует статистического анализа.

Принимая, что естественное мутирование управляется системой органической детерминантности, вполне понятно отрицательное отношение к утверждению о возможности наследования так называемых благоприобретенных признаков. Личные качества организма как целого, приобретенные им в те-

чение жизни через упражнение и т. д., не могут передаваться по наследству. Целостности организма нет в системе гено-типа, она возникает как качественно новое явление в процессах развития особи. Это служит главной причиной того, что диалектические связи внешнего и внутреннего в целостных живых системах исключают причинно-следственные отношения от изменения признаков к адекватным изменениям молекулярных структур генов. Изменение обстановки в организме может изменить ход процесса мутаций, но не нарушить его объективного случайного характера.

В истории биологии механистическая идея об адекватном унаследовании благоприобретенных свойств, основанная на смешении сущности и явления, с удивительной стойкостью сохранялась на протяжении тысячелетий. Организмы могут получать новые приобретаемые признаки двумя путями. Во-первых, в результате изменений их наследственности. Эти признаки приобретаются организмами при помощи мутаций, возникающих под действием как внешней, так и внутренней среды. Эти признаки генетические и будут строго передаваться по наследству в виде сверхдоминантных, кодоминантных, полудоминантных и рецессивных аллелей или изменений хромосом. Во-вторых, организмы, подвергаясь воздействию внешней среды, благодаря свойственной им пластичности в пределах генотипически обусловленной нормы реакции могут в большей или меньшей степени изменять свой фенотип без адекватных изменений в наследственности. Эти благоприобретенные признаки являются чисто фенотипическими и по наследству не передаются. Появление таких благоприобретенных явлений не изменяет сущности предмета. Изменяется лишь норма реакции — сущность предмета, заключенная в генотипе, сохраняется. Передача генотипа позволяет организмам в каждом поколении многообразно приспосабливаться к действию различных факторов внешней среды. *Фенотип — это явление, а генотип — это сущность*, внутренне присущая организму; их изменения не безразличны друг другу. Изменение сущности — генотипа — преломляется через процессы целостного развития и ведет к определенному изменению явления — фенотипа. Изменения фенотипа в своем влиянии на генотип преломляются через систему органического детерминизма, что и приводит к появлению неадекватных мутационных изменений.

Долгое время эти истины, очевидные в свете данных современной генетики, не доходили до сознания, пока точные факты и строгий теоретический анализ не показали всей сложности во взаимодействии явления и сущности в проблеме наследственности, далеко выходящей за пределы причинно-следственных отношений. Ярким примером такого рода представлений в прошлом может послужить тот «самоочевидный

факт», который, казалось бы, можно собственными глазами наблюдать ежедневно, а именно, что Солнце вращается вокруг Земли. Понадобилось развитие астрономии, чтобы Солнце и Земля в представлении людей встали на свои места.

Известно, что любое следствие вызывается взаимодействием по крайней мере двух тел. Понимание причинности как одностороннего действия затрудняет понимание развития и его внутреннего источника. Следствие возникает не только как таковое и не только как новая причина в цепи событий, но через взаимодействие; оно влияет на производящую ее причину, видоизменяя или изменяя ее силу. Такого типа взаимодействие следствия и причины получило название *обратной связи*, которая действует во всех самоорганизующихся системах, где имеют место восприятие, хранение, переработка и использование информации. Организмы, популяции, общество и кибернетические устройства — это системы, и без действия обратной связи немыслимы их устойчивость, управление и поступательное развитие.

Многим кажется, что принципы обратной связи, призванной раскрыть материальную структуру системы и диалектику ее развития, противоречат генетическим воззрениям о роли фенотипа в явлении мутаций. Казалось бы, что раз изменение гена — причина появления новых свойств в организме, то теперь эти свойства должны путем обратной связи влиять на химию гена. В этих условиях кажется правомочной постановка вопроса о соответственном (адекватном) изменении гено-типа под действием определенных изменений, возникающих в фенотипе, путем ли его изменений через действие факторов среды, через прививку, упражнение органов или какие-либо другие факторы. Если все это принципиально допустимо, тогда не является ли важнейшее учение современной диалектики и кибернетики — учение об обратной связи — теоретической основой таких предполагаемых биологических явлений, как: унаследование благоприобретенных признаков, появление вегетативных гибридов через передачу между организмами пластических веществ и т. д. Вполне понятно, что в этом случае вся генетическая теория мутаций должна быть пересмотрена с позиций неоламаркизма. Однако во всех этих рассуждениях забывают о том, что гены — это не зачатки признаков. Гены слагают внутри клетки особый молекулярный уровень биологической организации, отвечающей задачам функционирования и ауторепродукции управляющих систем в виде генетического кода.

Принцип действия кода гласит — каждый признак определяется всеми генами, каждый ген в конечном итоге определяет все признаки организма. Этот принцип утверждает идею о целостности развития особи. Путем мутации отдельного гена, нарушая один из исходных элементов в этом целостном,

сложном процессе развития, мы можем специфически изменить фенотип особи. Однако когда мы нарушаем ее развитие, мы, конечно, не в состоянии замкнуть систему обратной связи признака на ген таким образом, чтобы признак вызывал соответствующие изменения отдельного гена. Это очевидно из того, что ген как таковой не является непосредственной причиной любого признака, его действие опосредовано тысячами промежуточных этапов в процессе развития системы. Просто здесь нет непосредственной обратной связи, ибо процесс развития особи и процесс мутации идут на разных уровнях биологической организации в общей системе организма.

В оплодотворенной яйцеклетке и в ядре любой соматической клетки нет никаких зачатков, нет непосредственных причин для фенотипических признаков организма как целой системы. Прямого взаимодействия ген (причина) — признак (следствие), т. е. непосредственного взаимодействия гена и признака как явлений, не происходит. Гены — это лишь детерминаторы возможности развития системы, в которой фенотипические изменения не могут адекватно менять их химию.

Ошибки старых воззрений состояли в том, что они отождествляли взаимодействие жизнедеятельности организма и условий его развития с процессом появления мутаций. Эта метафизическая постановка вопроса разрывала организм непроходимыми рубежами на сому и на зародышевые клетки. Теперь мы знаем, что явление мутаций идет как в зародышевых, так и в соматических клетках. Возникая в соме, мутации могут послужить причиной рака, быть компонентом факторов старения и т. д. Главное же состоит в том, что особенности жизнедеятельности и условий развития организма могут существенным образом влиять на частоту и характер мутаций и в зародышевых клетках, например, в клетках зародыша конских бобов (прорастающие семена) обычно частота естественных мутаций хромосом составляет около 1,5%, в то время как у сортов с черной кожурой частота естественных мутаций достигает 20%. Стоит очистить семена от пигментообразующей кожуры, как частота мутаций в клетках зародыша падает до 1,5%.

Однако признавая все значение условий жизнедеятельности организма и условий его развития для возникновения мутаций и познав теперь молекулярную основу процесса мутаций, мы считаем, что влияние организма как целого на мутирование является не главной причиной и не специфической причиной мутирования. Причиной служат факторы, действующие на уровне молекулярных и внутриклеточных систем. Конечно, изменяя условия жизнедеятельности, физиологии, биохимии и другие свойства организмов, мы можем изменять темп и характер мутаций. Сами факторы, которые служат причинами естественных мутаций — аутомутагены представ-

ляют собой метаболиты, возникающие в процессах жизнедеятельности организма. При всем этом нельзя забывать коренной черты мутационного процесса, а именно, что мутации генов — это химические изменения отрезков молекулы ДНК, и чтобы их вызвать, необходимо действие причин на молекулярном уровне.

Вопрос об обратных связях в пределах молекулярных и внутриклеточных систем (в условиях их взаимодействия с организмом в целом) является новой сложной задачей. Одна из них — это передача генетической информации из молекулы ДНК в клетку в процессах развития особи, принцип взаимодействия системы развития организма как целого имеет ведущее значение для развития организма.

Соотношение генотипа и фенотипа в эволюции организмов предстает как взаимодействие формы и содержания. Источником эволюции является борьба противоположностей: содержания и формы, где форма (фенотип) выступает в качестве консервативной стороны. Переход количества в качество снимает отрицательные стороны старого, так что новое содержание обеспечивает адекватную ему новую форму. При этом в процессах эволюции форма (фенотип) не пассивна. Регулируя направления отбора, она коренным образом влияет на процессы формообразования содержания (генотипа).

Процессы эволюции имеют свои критические периоды, когда изменения во внешней среде вызывают коренные преобразования свойств видов. Эти периоды можно сопоставить с эпохами социальных революций, которые сменяют длительные периоды так называемого мирного развития. В эти моменты внутри вида мобилизуются громадные резервы наследственной изменчивости, возникают уклонения фенотипов в ответ на действия среды, наследственное содержание вида и формы его борьбы за жизнь становятся гораздо разнообразнее. Перед нами возникает «чудо» переломных моментов в процессах видообразования. Говоря об аналогичных процессах в сфере социальных событий, В. И. Ленин писал: «Чудес в природе и в истории не бывает, но всякий крутой поворот истории, всякая революция в том числе, дает такое богатство содержания, развертывает такие неожиданно-своеобразные сочетания форм борьбы и соотношения сил борющихся, что для обывательского разума многое должно казаться чудом»¹.

Обращаясь к важнейшей проблеме генетики и собственно всего учения о жизни, а именно к вопросу об искусственном получении направленных мутаций, надо ясно понимать значение методологического анализа, который должен раскрыть все возможные подходы к его решению. Диалектико-материалистическое понимание природы показало, что причинные

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 31, стр. 11.

связи носят многообразный характер. Для явлений мутаций раскрыты специфические причины, однако для получения направленных мутаций нужно знание полной причины, т. е. всех обстоятельств, при которых после воздействия необходимо наступает следствие. Решение этой задачи в приложении к генетическому материалу исключительно трудно. В анализе специфичности действия известных нам до сих пор мутагенов мы можем многого достигнуть, работая с простыми моделями, выясняя сущность химических реакций между ДНК и мутагенами. Здесь много может дать работа с выделенной ДНК, с вирусами и бактериями. Сложнее истолковать факты специфического мутагенеза у высших форм, с их нуклеопротеидной организацией хромосом, при действии мутагенов в самой сложной живой системе организма.

Однако сейчас нет уверенности в том, что обычными используемыми сейчас химическими или физическими мутагенами, идя по пути анализа их специфичности, мы сможем решить проблему получения направленных мутаций. Дело в том, что все мутагены или их вторичные продукты, возникая в клетке, атакуют молекулу ДНК, так сказать, безотносительно биологической специфики генов. Они взаимодействуют с теми или иными нуклеотидами, в то время как одни и те же нуклеотиды в большом количестве входят во все гены. Именно это обстоятельство не позволяет поднять специфику действия химических и физических мутагенов на уровень их взаимодействия с химико-биологической организацией гена. В результате, поскольку мутагены влияют собственно не на гены, а на их химическую основу в виде молекул ДНК, любой ген может мутировать под действием любого мутагена, ибо химические основы генов связаны с наличием в них повторяющихся нуклеотидов.

Все это показывает, что исследование проблемы мутагенеза еще ждет своего качественного скачка. Необходимо, исходя из методологических посылок, начать поиски нового подхода, который, по-видимому, может состоять в том, что молекулы мутагена должны узнавать определенные гены как химико-биологические системы. Лишь разработка принципов узнавания разными молекулами мутагена как целостной системы, свойственной определенному гену, переведет всю проблему специфичности во взаимодействие мутагена и гена на новый уровень. Элементарные части генов — нуклеотиды — неспецифичны для всех генов. Специфика гена возникает лишь на базе его целостности.

Мы знаем в биологии поразительные примеры узнавания отдельных специфических молекул. Примером этого служат иммунобиологические реакции. Молекулы-антитела реагируют только с молекулами определенного антигена, они узнают ее из тысячи молекул белков иной конформации. Суть этого

принципа должна быть положена в основу разработки принципов специфичности мутагенеза. Однако даже после ее решения необходимо осуществить не только получение мутаций в данном гене, но и направить сам характер химического преобразования гена. Таким образом, молекула должна узнавать молекулу гена, обладать мутагенными свойствами и направлять саму реакцию изменения химии гена. Задачи эти сейчас кажутся на грани возможного.

И здесь существенна помощь методологии. Проблема гена как целостной системы выступает на первый план в проблеме получения направленных мутаций.

Сейчас важно понять методологические основы для развертывания исследований по линии главного направления. Раскрытие полной причины в проблеме взаимодействия мутагена и гена, по-видимому, будет опираться на методологический анализ проблемы целостности гена. Принцип раскрытия полной причины составляет один из элементов общего диалектического учения о причинности. Дело науки, опираясь на это общее учение, использовать нужную ей сторону взаимодействия в природе для того, чтобы обеспечить управление явлениями объективного мира. Хорошо известно, что в природе превращение возможности в действительность происходит стихийно, вне зависимости от нужд человека. Основываясь на науке, активная деятельность человека превращает в действительность нужные для человека возможности, при этом возможности, реализация которых в природе крайне мала, благодаря деятельности человека могут стать основой новой науки и техники.

О ЕДИНСТВЕ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ В ГЕНЕТИКЕ. УПРАВЛЕНИЕ НАСЛЕДСТВЕННОСТЬЮ

В свое время наука родилась из производственной деятельности человека. Единство производства и науки очевидно. Однако нельзя забывать, что наряду с практикой производства возникла практика эксперимента и логика теорий, в результате чего появились целые области экспериментальных и теоретических дисциплин, которые то объединяются с производством, то уходят далеко вперед, прокладывая пути в будущее. Мы видим, что в ряде случаев при изучении природы, в форме, казалось бы, совершенно абстрактной, как молнии вспыхивают открытия, которые подчас прокладывают новые пути цивилизации. Наиболее ярко это проявилось в развитии экспериментальной физики, которая широко использовала математику и подарила человечеству атомную энергию. Недаром XXII съезд КПСС указал на необходимость всемерного развития теоретических исследований, требуя при этом максимального приближения науки к практике, к жизни. В программе партии сказано, что «применение науки становится решающим фактором могучего роста производительных сил общества»¹.

Современное естествознание благодаря наличию теоретических и экспериментальных дисциплин имеет громадный задел на будущее. Этот задел таит в себе семена революционных преобразований в производстве. Для государства создание этого задела естествознания — громадная опора в борьбе за будущее, которое нередко оказывается близким будущим завтрашнего дня.

Теории и законы являются важнейшими философскими категориями, выражающими духовные и материальные стороны единого процесса познания и преобразования природы. Теория — это обобщенный в сознании людей опыт, совокупность знаний об объективном мире. Практика — это активная деятельность людей по преобразованию природы и общества. Преодолев ограниченность прежней философии, К. Маркс и

¹ Материалы XXII съезда КПСС. М., Политиздат, 1961, стр. 415.

Ф. Энгельс создали качественно новую диалектико-материалистическую теорию познания, положив в основу процесса познания материальную, производственную деятельность людей.

В. И. Ленин писал, что: «Точка зрения жизни, практики должна быть первой и основной точкой зрения теории познания. И она приводит неизбежно к материализму»¹. Практика является не только основой познания, она же служит его целью. Человек в конечном итоге для того и познает окружающий мир, раскрывает законы его развития, чтобы использовать результаты науки в своей практической деятельности. Единство теории и практики — это важный принцип марксизма-ленинизма. В СССР связь теоретической науки с практикой все возрастает и углубляется. Создание новых могущественных производительных сил требует непосредственного участия научной теории в процессе производства. Научные достижения все быстрее и глубже проникают в практику, изменяя технику, сельское хозяйство и медицину. Наука все больше и больше становится непосредственной производительной силой, а производство — технологическим применением науки.

На передний край науки выдвинут раздел физики, изучающий строение материи, закономерности мира элементарных частиц и атомных ядер и раздел биологии — генетика, изучающая глубинное строение живой материи, закономерности мира элементарных частей гена, его изменения, воспроизведения и функции. Именно здесь в мельчайших деталях вырисовывается картина мира неорганической и органической природы, от которой в конечном счете зависит наша власть над атомом и космосом, геном и эволюцией всей жизни. Как физические науки, так и генетика находится на пороге фундаментальных открытий, которые приведут к пересмотру основных представлений биологии о сущности процессов, лежащих в основе органической материи. Эти открытия знаменуют новейшие перспективы преобразования как живой, так и неживой природы.

Однако уже сейчас наука и техника достигли огромной высоты; они позволяют добиться могучего подъема производства. Раскрытие материальной сущности явления наследственности имеет важнейшее значение как для философии диалектического материализма, так и для формирования новых методов активного вмешательства в природу организмов. Хорошо известно, что чем основательнее научная теория, чем лучше она отражает коренные объективные законы природы, тем величественнее перспективы ее практического использования. Разработка фундаментальных проблем науки — это не только

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 145.

будущее производства, это еще и свидетельство зрелости методов и теорий данной науки в тех ее разделах, которые в наши дни служат практике. Яркий пример тому — космические полеты. Они не только открывают перед человечеством горизонты будущих достижений космонавтики. Создание космических кораблей, их выход на орбиту и обеспечение возврата на Землю влекут за собой общий рост уровня «земной» техники, требуют решения технических задач, что оказывает самое серьезное влияние на развитие всего народного хозяйства.

Таково же значение и фундаментальных работ по общей и молекулярной генетике. Они не только открывают новые горизонты по получению направленных мутаций, но и стимулируют развитие остальных методов генетики.

Особое положение генетики по отношению к сельскохозяйственному производству объясняется тем, что генетика является теоретической, научной основой для селекции растений, животных и сельскохозяйственных микроорганизмов. Развитие теоретической и экспериментальной генетики привело к таким методам преобразования наследственности, как полиплоидия, гетерозис, радиационный и химический мутагенез и др.

Вооружая человека знанием законов развития природы, общества, мышления, диалектический материализм указывает не только пути познания, но и пути для революционного преобразования мира. Знаменитый афоризм Маркса гласит, что до сих пор «философы лишь различным образом *объясняли* мир, но дело заключается в том, чтобы *изменить* его»¹.

Анализ великих открытий естествознания в свете метода диалектического материализма явится ступенью и в развитии самой науки.

Этот анализ должен со всей ясностью вскрыть перспективы и главные линии развития естествознания во второй, текущей половине XX столетия. Имеются все основания полагать, что главными областями громадного роста науки со всеми его последствиями для практической деятельности будет, с одной стороны, дальнейшее развитие космических исследований, ядерной физики, кибернетики, химии, электроники, а с другой — ряд быстро идущих вперед разделов биологии, например генетики.

Современная биология, и в первую очередь генетика, как и все естествознание, на наших глазах превращается в непосредственную производительную силу общества. С наукой связано будущее социализма. Влияние биологии на практику определяется тем, что она составляет теоретический фундамент сельскохозяйственных и медицинских наук. Практика являет-

¹ К Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 3, стр. 4.

ся не только целью науки, но и служит средством познания. Вместе с тем принцип единства теории и практики не предполагает умаления научного познания, оно, наоборот, высоко поднимает значение фундаментальных исследований природы. В. И. Ленин писал: «Истина есть процесс. От субъективной идеи человек идет к объективной истине *через* «практику» (и технику)»¹. Фундаментальные исследования раскрывают новые перспективы перехода возможности в действительность. В генетике развитие методов управления наследственностью в свете новых ее достижений — это реализация абстрактных возможностей через процесс появления нового.

Только через фундаментальные исследования, подготовленные ходом развития науки и практики, путем создания теорий, отражающих коренные объективные законы природы, наука приходит к крупным изменениям в практике. Таков путь всех революционных преобразований, которые наука, сама развиваясь на базе производительных сил общества, вносит в практику производства. На наших глазах теоретические, экспериментальные науки, вызванные к жизни развитием производительных сил, пройдя этап созерцания и затем абстрактного мышления, т. е. после создания крупных теоретических обобщений, становятся материальной силой. Они сами вторгаются в жизнь, преобразуют производство. Теория ядерной физики и новые экспериментальные методы привели к использованию атомной энергии; развитие математики привело к появлению кибернетики — науки об управляемых системах; развитие научной химии — к появлению промышленности синтетических полимеров. Сочетание новых наук и новой техники производства легло в основу создания космических кораблей. И чем крупнее теоретическая задача, решенная наукой, тем больше ее влияние на жизнь, на производство.

Главная задача естествознания состоит в том, чтобы открыть имеющиеся в природе возможности и в процессе практической деятельности преобразить мир. Формулировка теоретических возможностей — это основа для разработки программы развития науки, раскрытие ее горизонтов.

В наши дни мы подходим к штурму двух величайших загадок природы. Одна из них — это тайна законов мироздания, возникновения, существования и развития Вселенной. Наука наших дней борется за раскрытие загадок космоса, загадки строения атомного ядра и за раскрытие материалистической сущности тех свойств Вселенной, которые обуславливают ее развитие как системы. Вторая тайна природы — загадка сущности, происхождения и развития жизни. Задача состоит в том, что фундаментальные возможности, связанные с постановкой этих двух великих задач, в максимальной мере

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 183.

стали действительностью и были поставлены на службу изменению мира на благо человека.

Развитие генетики уже оказало серьезное влияние на уровень сельского хозяйства и медицины в нашей стране. Велики достижения советских селекционеров. В истории научных основ советской селекции исключительную роль сыграла деятельность Н. И. Вавилова и И. В. Мичурина. Сорта П. И. Лисицына, П. Н. Константинова, А. А. Сапегина, А. П. Шехурдина, П. П. Лукьяненко, В. С. Пустовойта, В. Н. Мамонтовой, Ф. Г. Кириченко, М. И. Хаджинова, В. Е. Писарева, Н. В. Цицина, А. Г. Лорха, И. А. Веселовского, М. Ф. Терновского и других преобразили уровень нашего сельского хозяйства и изменили качество сырья.

После работ С. Н. Давиденкова, С. Г. Левита и других возникла медицинская генетика, которая ставит своей задачей раскрыть этиологию и дать методы лечения наследственных заболеваний человека.

В настоящее время положение в генетике заметно меняется; за последние 15 лет в генетике появилась возможность прямого экспериментирования с молекулярными структурами, в которых записана генетическая информация организмов. Оказалось возможным раскрыть природу первичных взаимодействий в микромире самого генетического материала и его связей со средой и даже синтезировать первые «живые молекулы» ДНК. Все это обусловлено появлением гигантских технических и новых методических средств, которые созданы в экспериментальной генетике благодаря развитию физики, математики и химии. Это касается рентгеноструктурного анализа, ауторадиографии, дифференциального центрифугирования, электронной микроскопии, спектрофотометрии и т. д.

Исключительные успехи физико-химического исследования молекулярных структур и процессов в живой клетке отнюдь не направлены на механистическое сведение высших форм движения материи к низшим. Все эти новые методы раскрывают глубинные явления, лежащие в основе биологической формы движения материи. Они наносят окончательный удар по всем разновидностям идеалистических подходов к явлениям жизни как к какой-то мистической сущности.

Развитие генетики связано с появлением качественно новых идей и принципов, и вместе с тем оно шло через преемственность на основе связи нового со старым, в процессе развития идей и методов.

Именно таким путем, преодоления внутренних противоречий, из хромосомной теории возникла современная молекулярная генетика. Без качественно нового и при этом без преемственности, т. е. без развития хромосомной теории наследственности и теории гена на высшем уровне, не было бы и современной молекулярной генетики. Новый этап в генетике свя-

зан с внедрением в нее химии, физики и математики, что позволило исследователям проникнуть в первооснову структур, механизмов и системности генетической микроорганизации. В результате изменены многие понятия и язык науки, крутой ломке подвергся ряд, казалось бы, установившихся воззрений, таких, например, как неделимость гена, независимость качества мутаций от качества воздействующего фактора, учение о рекомбинациях, которые в явлениях трансформации или трансдукции предстали перед нами на молекулярном уровне, и т. д.

Качественно изменилось понимание сущности задач и путей научного исследования живых систем. Так, в проблеме наследственности вместо молекул белка оказались поставленными молекулы нуклеиновых кислот. Наступил кибернетический этап развития генетики, которая, кроме нового языка, внесла от кибернетики современные идеи о взаимозависимости системности явлений мира.

Молекулярная генетика — это истинное детище всего развития генетики XX века, которое на новом уровне впитало в себя прогрессивные истоки хромосомной теории наследственности, теории мутации и гена и методов генетического анализа.

Теперь на базе философии диалектического материализма в синтетическом объединении методов генетики, физики, химии и математики завязаны главные узлы проблемы о сущности жизни, ее происхождения и возможности создания новых могущественных методов управления жизнью. В центре событий стоит теория гена, воплотившая в себе, как в фокусе, приложение новых методов исследования. В проблеме взаимодействия ядра, цитоплазмы и среды заключена главная загадка структурно-системных основных свойств жизни, как органической целостной открытой системы.

Раскрытие особенностей целостной организации живой материи — это условие проникновения в загадку жизни одного из этапов развития материи во Вселенной.

Будущее генетики связано с развитием фундаментальных исследований, их методологических основ и зависит от связи генетики с практикой, с жизнью. Главнейшие принципиальные достижения, по-видимому, будут достигнуты в проблеме гена; раскрытии системных принципов в организации, процессах и развитии земной и внеземной жизни; в генетике человека; в разработке методов, революционизирующих практику генетики в сельском хозяйстве и медицине.

Генетика человека требует к себе самого пристального внимания, решение ее проблем имеет значение для общей биологии, антропологии и медицины. В будущем роль генетики человека будет неуклонно возрастать. Понимание биологических основ человека, его биологического будущего, борьба с нас-

следственными дефектами, борьба за здоровье, проникновение человека в необозримые миры космоса — все это будет связано с развитием проблем генетики человека.

В работе по генетике человека основным является понимание того, что человек в своем развитии исключил себя из эволюции животного царства. Это устраняет ошибки, допущенные в евгенике, и научно отвергает расизм. Социальные закономерности, борьба классов, развитие производительных сил во взаимодействии с надстройками в виде культуры и науки ведут эволюцию человека. После завершения слитых воедино процессов антропогенеза и социогенеза, которые привели к появлению человека, возникло необычайно сложное переплетение ведущих социальных и вторичных биологических факторов в жизни человека. Эта качественная ситуация эволюции не известна ни для кого на Земле, кроме человека. Сейчас на основе достигнутых успехов, показавших возможность экспериментального размножения генов, перед человечеством встает возможность путем генотерапии устранять биологические дефекты при развитии особей.

Разработка методов генетики, революционизирующих практику, также требует самого серьезного методологического анализа. Наряду с работой по таким фундаментальным проблемам (еще далеким от своего разрешения), как получение направленных мутаций, природа генетического программирования при индивидуальном развитии и другие, сейчас в наши дни встает вопрос об использовании ряда уже разработанных принципиально новых путей в селекции растений, микроорганизмов и животных. Это касается методов генетически управляемого гетерозиса, экспериментальной полиплоидии и радиационно-химической селекции. Роль этих новых методов, их реальное внедрение в практику, их соотношение со старыми классическими методами селекции все это требует глубокого методологического анализа. То же касается новых направлений в медицинской генетике, таких, как цитогенетика человека, генетика популяций человека, вопрос о лечении наследственных заболеваний, борьба с их распространением в популяциях, оценка влияния радиации и химических мутагенов на наследственность человека, проблема злокачественного роста и др.

Проблема жизни, которая в конечном итоге является главным, что интересует человека, встает в центре естествознания, атакованная комплексными методами биологии, физики, химии и математики. Уже началось практическое воздействие этих разделов биологии на мировые ресурсы продуктов питания и сырья и на медицину в ее борьбе за здоровье и жизнь человека. В ближайшем будущем это воздействие возрастет в громадной степени.

Управление жизнью, основанное на познании ее сущно-

сти, — это центральная проблема современной биологии. Главная цель биологии — это решение практических задач сельского хозяйства, медицины и управление эволюцией в целом на нашей планете.

Сейчас, наряду с классическими методами селекции, генетика на основе теории гена разработала пути улучшения растений путем использования генетически регулируемого гетерозиса, полиплоидии и экспериментального мутагенеза. Современные эффективнейшие методы селекции животных также базируются на теории гена.

Наступает пора глубокого союза генетики и селекции, генетики и медицины, генетики и проблем воспитания, генетики и биологических проблем, встающих при исследовании космоса, генетики и биологических проблем, связанных с внедрением в жизнь атомной энергии и широкой химизацией народного хозяйства. Генетика как центральная наука о жизни становится не только важнейшей теоретической дисциплиной, но и наукой практической, которая глубоко проникает в жизнь и серьезно влияет на уровень современного развития производительных сил общества, связанных с сельским хозяйством и медициной.

Будущее, открывающееся перед генетикой, сулит человечеству неисчислимые блага. Генетика во всем объеме будет использована в борьбе за здоровье и благосостояние советского народа.

Качественные сдвиги в современной генетике, которые привели ее на новый современный уровень, были достигнуты в исследованиях по раскрытию материальной сущности явления наследственности, химической природы гена, его биологической сущности и основ его ауторепродукции, а также при разработке могущественных методов управления жизнью, которые обеспечивают новые подходы к решению задач в сельском хозяйстве и медицине. Эти успехи являются триумфом в новом, современном развитии диалектико-материалистических, философских основ естествознания, орудием активного преобразования природы.

СОДЕРЖАНИЕ

	<i>Сгр.</i>
Введение	3
Из истории развития генетики	6
О материальных основах наследственности. Понятие гена. Жизнь как особая форма существования открытых материальных систем	10
Проблема целесообразности Факторы исторического развития организмов. Контроль над эволюцией видов	23
Проблема мутаций. О сущности явлений наследственной изменчивости организмов	41
О единстве теории и практики в генетике. Управление наследственностью	54

НИКОЛАЙ ПЕТРОВИЧ ДУБИНИН

**НЕКОТОРЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ
ПРОБЛЕМЫ ГЕНЕТИКИ**

Редактор *И. М. Тужилина*

Художник *А. П. Кузнецов*

Худож. редактор *Е. Е. Соколов*

Техн. редактор *Е. М. Лопухова*

Корректор *Г. П. Ефименко*

А 03007. Сдано в набор 23/IV 1968 г. Подписано к печати 24/V 1968 г. Формат бумаги 60×90/16. Бумага типографская № 3. Бум. л. 2,0. Печ. л. 4,0. Уч.-изд. л. 3,60. Тираж 88 000 экз. (1-й завод 1—68 000 экз.). Издательство «Знание». Москва, Центр Новая пл., 3/4. Зак. 1326. Типография изд-ва «Знание», Москва, Центр, Новая пл. д. 3/4.

Цена 12 коп.

ДОРОГОЙ ТОВАРИЩ!

С Вашей помощью нам хочется сделать брошюры серии «Биология» более интересными и содержательными. Для того чтобы учесть Ваши предложения и критические замечания по улучшению издаваемых брошюр, просим ответить на следующие вопросы:

Возраст

Образование

Профессия и специальность

Где живете (город, сельская местность) . . .

С какого времени являетесь подписчиком брошюр серии «Биология»

Используете ли Вы брошюры серии в своей практической работе

Назовите лучшие брошюры

Что не удовлетворяет Вас в наших брошюрах (содержание, стиль изложения, художественное оформление и т. д.) и что конкретно Вы предлагаете сделать для их улучшения

Ответы на эти вопросы присылайте к нам в редакцию по адресу: Москва, Центр, Новая площадь, д. 3/4, изд-во «Знание». Редакция естественнонаучной литературы, серия «Биология».

ВНИМАНИЮ РАБОТНИКОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА!

ДЛЯ ВАС ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ» ВЫПУСКАЕТ
2 СЕРИИ ПОДПИСНЫХ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫХ
БРОШЮР

Серия «Сельское хозяйство» познакомит Вас с последними достижениями и открытиями в сельскохозяйственной науке.

Брошюры серии «Сельское хозяйство» выходят ежемесячно. Сейчас готовятся к печати:

П. П. Вавилов, докт. с.-х. наук. Новые кормовые культуры; Ю. К. Киртбая, докт. с.-х. наук, И. Д. Еремеев, канд. тех. наук, Р. Г. Шмидт, канд. эконом. наук и др. Комплексная механизация возделывания сельскохозяйственных культур; Пути повышения продуктивности сельскохозяйственных животных (сборник).

Серия «Сельскохозяйственный факультет» адресована слушателям народных университетов сельскохозяйственных знаний и знакомит читателей с основами экономики сельского хозяйства.

Книги «Сельскохозяйственного факультета» написаны доступно и интересно, они могут быть полезны всем работникам сельского хозяйства.

Ежегодно по серии «Сельскохозяйственный факультет» выходит 12 брошюр. В настоящее время готовятся к печати:

Советы ученых земледельцам; Организация кормовой базы; Земля, труд, доходы.

Подписка на эти серии оформляется так же, как и на все газеты и журналы. Серии помещены в каталоге «Союзпечати» в разделе «Научно-популярные журналы» под рубрикой «Брошюры издательства «Знание».

Подписная цена на квартал: серии «Сельское хозяйство» — 27 коп.; серии «Сельскохозяйственный факультет» — 45 коп.

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»