

Захидов Сабир Тишаевич — доктор биологических наук, профессор.
stz49@mail.ru

Sabir T. Zakhidov — Grand PhD in Biological sciences.

По материалам доклада, посвященного 100-летию со дня рождения основоположника химического мутагенеза, автора современной теоретической генетики, Героя Социалистического Труда, лауреата Ленинской премии, номинанта на Нобелевскую премию (1962 г.), члена-корреспондента АН СССР Иосифа Абрамовича Рапопорта (15 марта 2012 г.).

О подобиях между явлениями квантового и генетического мира



Научная статья

УДК: 53

DOI: 10.33917/es-1.181.2022.138-145

Для цитирования: Захидов С.Т. О подобиях между явлениями квантового и генетического мира // Экономические стратегии. 2022. № 1 (181). С. 138–145. DOI: <https://doi.org/10.33917/es-1.181.2022.138-145>

Настоящая статья посвящена двум всемирно известным ученым, основателю советской генетики и экспериментальной биологии Николаю Константиновичу Кольцову (1872–1940) и его блистательному ученику, основоположнику химического мутагенеза, Герою Социалистического Труда, лауреату Ленинской премии, номинанту на Нобелевскую премию (1962 г.), члену-корреспонденту АН СССР Иосифу Абрамовичу Рапопорту (1912–1990). Оба внесли огромный вклад в сближение и взаимопроникновение разных наук, наведение мостов между живой и неживой природой.

Чуть более 120 лет назад на свет появились две великие теории — квантовая и генная. Обе теории сыграли революционную роль в естествознании, установив две фундаментальные черты материального мира — дискретность и скачкообразность. Заговорив одновременно на языке прерывности, квантовая физика и генетика на протяжении всего XX столетия шли параллельными курсами, обогащаясь новыми фактами и идеями. Открытые ими законы сломали многие представления о «старом добром мире», где господствуют феноменологические взаимосвязи, свели сущности всех вещей и явлений к комбинаторике и действиям атомов и генов, дали ключи к управлению многими естественными, природными процессами. Динамичный характер исследований объектов микромира сохранится и в XXI в., поскольку многие нерешенные проблемы, связанные с потребностями человека, лежат в области физики высоких энергий, генетики, молекулярной биологии, нанотехнологий.

Ключевые слова

Квантовая физика, генетика, атом, ген, дискретность, скачкообразность, мутация.

«Чем дальше по своим проявлениям отстоят друг от друга две области науки, тем глубже лежит то, что их объединяет...»

Вальтер Гейтлер

«Главные успехи достигаются в тех случаях, когда две дисциплины сближаются к познанию сходства их форм, невзирая на различия материала, когда они отливаются одна по образу другой, благодаря чему каждая из них могла использовать успехи другой. В сближениях такого рода мы должны предвидеть прогресс будущего...»

Анри Пуанкаре

«Изменчивость генов подчинена таким же законам, как и изменчивость атомов радия...»

Н.К. Кольцов

14 декабря 1900 г. действительный член Берлинской академии наук Макс Планк выступил на заседании физического общества с докладом, в котором высказал идею о том, что процессы поглощения и излучения электромагнитной, лучистой энергии отдельным резонатором (атомом или молекулой) протекают не непрерывно, а целыми дискретными, крайне малой величины, порциями. Впоследствии они были названы квантами. Другими словами, энергия подобно материи состоит из частиц, и энергия этих частиц имеет разную величину. «Я либо сделал открытие первого ранга, сравнимое с открытиями Ньютона, либо сильно ошибся», — говорил М. Планк своему сыну. Из истории физики известно, что М. Планк сомневался в собственном открытии. Об этом, в частности, свидетельствует его выступление в 1911 г. на I Сольвеевском конгрессе по физике, когда он безоговороч-

➤ 1900 г. ознаменовался рождением двух великих теорий — квантовой и генной, утвердивших реальность атома и гена.

но признал главенство максвелловой электродинамики и исключил возможность существования световых квантов, хотя к тому времени он уже знал из экспериментов Альберта Эйнштейна, Йоханнеса Штарка и Артура Холли Комптона, что свет обладает корпускулярной структурой. И лишь после того, как Нильс Бор, положив в основу модели атома квантовую теорию, постулировал, что излучение и поглощение квантов света происходит только при скачкообразном переходе электрона

Research article

Zakhidov S.T. O podobiyakh mezhdru yavleniyami kvantovogo i geneticheskogo mira [On Similarities Between Phenomena of the Quantum and the Genetic World]. *Ekonomicheskie strategii*, 2022, no 1 (181), pp. 138–145, available at: DOI: <https://doi.org/10.33917/es-1.181.2022.138-145>

On Similarities Between Phenomena of the Quantum and Genetic World

The article is dedicated to two world-famous scientists, the founder of Soviet genetics and experimental biology, Nikolay Konstantinovich Koltsov (1872–1940) and his brilliant student, the founder of chemical mutagenesis, Hero of Socialist Labour, Lenin Prize laureate, Nobel Prize nominee (1962), member-correspondent of the Academy of Sciences of the USSR Iosif Abramovich Rapoport (1912–1990). Both made a huge contribution to convergence and blending of different sciences, bridging living and non-living nature.

Just over 120 years ago, two great theories emerged — the quantum and the gene one. Both theories played a revolutionary role in natural science, having established two fundamental features of the material world — discreteness and discontinuity. Speaking at the same time in the language of discontinuity, quantum physics and genetics throughout the entire 20th century were following parallel courses, enriching themselves with new facts and ideas. The laws they discovered have broken many ideas on the “good old world”, where phenomenological interconnections dominate, have reduced the essence of all things and phenomena to combinatorics and the atoms and genes activities, have given the keys to controlling many natural processes. Dynamic nature of the microworld objects’ research would continue in the 21st century, since many unsolved problems related to human needs remain in the field of high energy physics, genetics, molecular biology and nanotechnologies.

Keywords

Quantum physics, genetics, atom, gene, discreteness, discontinuity, mutation.

➤ Мутации, действительно, обязаны своим происхождением квантовым скачкам в генной молекуле.

с одной дозволенной орбиты на другую, М. Планк согласился с положением о том, что природа делает скачки и что эти скачки выглядят весьма необычно.

Короче говоря, на рубеже XIX и XX столетий физика, перехватившая знамя атомистики у химии, считавшей атом мельчайшей частицей химического элемента, неделимой в химических процессах, отвергает экспериментальным путем положение о неделимости атома, доказывает, что атом — это сложная квантово-механическая система, разрушаемая и превращаемая. Она открывает новые дискретные формы физической материи: электрон, протон и нейтрон (позже позитрон и нейтрино), рентгеновские кванты, явления радиоактивности, двойственной природы света и вещества, аннигиляции, атомной структуры света и кристаллов, фотоэффекта, разрабатывает количественную теорию броуновского движения. Всеми этими открытиями физика продемонстрировала, что материя имеет зернистое строение, что она многообразна и неисчерпаема и физическая прерывность — «начало всех начал». Современная атомистика строится на принципиальных обобщениях квантовой физики, на законах, действующих в области микромира.

И в последние годы физика продолжает концентрировать свои основные силы в области исследований свойств и структуры неживой микроматерии, теперь уже на уровне атомных ядер, физики высоких энергий.

Официальная дата рождения генетики как науки о дискретной наследственности и изменчивости — 1900 г. Весной этого года трое европейских ученых Гуго де Фриз (Голландия), Карл Корренс (Германия) и Эрих Чермак (Австрия) независимо друг от друга открыли соответственно на маке, кукурузе и горохе закон расщепления гибридов. Через год к ним присоединились английские ученые Уильям Бэтсон (основоположник английской школы генетики) и Роллинс Эмерсон, установившие природу генетической прерывности в опытах на курах. Однако результаты исследований этих ученых оказались, как говорится, всего лишь ярким эпизодом на пути к вторичному открытию старой забытой работы австрийского монаха Грегора Менделя «Опыты над растительными гибридами», опубликованной в 1866 г. в очередном томе «Трудов Общества естествоиспытателей города Брюнна» (так в то время назывался совре-

менный г. Брно). В этой работе Г. Мендель, используя для своих опытов разновидность обычного садового гороха, впервые установил важнейшие закономерности наследования признаков. Он показал, что признаки (точнее говоря, факторы, их детерминирующие) наследуются отдельно, они не исчезают, не изменяются и не смешиваются в ряду поколений, но сохраняются. При этом в потомстве гибридов I поколения, например, доминантные и рецессивные признаки обычно расщепляются в определенном количественном соотношении. Так, при моногибридном, дигибридном и тригибридном скрещивании они расщепляются по фенотипу в отношениях соответственно 3:1, 9:3:3:1 и 27:9:9:9:3:3:3:1. В этом плане, как отметил И.А. Рапопорт, менделевские расщепления по своему значению в истории генетики без преувеличения занимают место теории кратных отношений Дальтона в химии; более того, согласие закона расщепления видно и в подлинных соотношениях хромосомного определения пола.

Итак, Г. Мендель, встав на принцип дискретной детерминации признаков, стал первым квантовым биологом, открывшим, что явление (субстрат) наследственности имеет прерывистый характер и что носителями прерывности выступают некие факторы, или задатки (в современной терминологии — гены).

В 1900–1901 гг. вышла в свет другая, не менее значимая работа Гуго де Фриза «Мутационная теория», в которой впервые было произнесено слово «мутация» и сказано, что наследственные изменения происходят в результате случайных, прерывистых, скачкообразных перемен в генетическом материале. С тех пор понятия «скачок» и «мутация», «скачкообразность» и «мутационность» рассматриваются генетиками как понятия-синонимы. Эрвин Шрёдингер в своей знаменитой книге «Что такое жизнь с точки зрения физики» писал, что факт прерывистости, означающий в данном случае отсутствие между неизменными особями и немногими измененными промежуточных форм, напоминает физику квантовую теорию, в которой есть положение о том, что между двумя соседними энергетическими уровнями нет промежуточных ступеней. И далее: физик бы назвал мутационную теорию де Фриза квантовой теорией биологии. Это не просто фигуральное выра-





Иосиф Абрамович Рапопорт (1912–1990)

жение. Мутации, действительно, обязаны своим происхождением квантовым скачкам в генной молекуле.

Во многих случаях качественные скачкообразные изменения генов происходят благодаря количественным изменениям в наследственных структурах, а мутагенные реакции по своему характеру напоминают явления, наблюдаемые в физическом квантовом мире (например, ядерные реакции, процессы радиоактивного распада и т.д.).

Все последующее развитие генетической теории, связанное с открытием явлений множественного аллелизма (генной изоопии), немых генов, интронно-экзонной организации генной структуры, механизма образования мутаций, подтвердило квантовую сущность генетического субстрата, показало, что все многообразие биологического мира осуществляется дискретными генными единицами, их сочетаниями и изменениями. Кроме того, согласно рапопортской теории генетиче-

ского строения, генетическая прерывность включает способность к аутокатализу (генное дублирование), гетеросинтезу (транскрипция), хромосомному внутригенному перекресту, случайному и внезапному становлению мутаций; дискретны крупномасштабные события амфи- и автоплоидии, дискретны митоз и мейоз, образование различных типов хромосомных перестроек. Также созданию современных представлений о дискретном строении наследственного вещества сильно содействовали мутационные и молекулярно-биологические исследования.

Итак, 1900 г. ознаменовался рождением двух великих теорий — квантовой и генной, утвердивших реальность атома и гена. Обе теории сыграли революционную роль в теоретическом развитии атомистики и естествознания в целом, установив две фундаментальные черты материального мира — дискретность и скачкообразность.

С точки зрения И.А. Рапопорта, обе науки — квантовая физика и генетика — изучают сложные дискретные множества (атомизмы), правда, далекие по своим проявлениям, но подчиненные одним и тем же закономерностям. Как в квантовом, так и в генетическом мире преобладают высокая упорядоченность дискретных единиц, их делимость на другие порядки прерывности, скачкообразные переходы из одного состояния в другое. Дискретность наделила как фермионовые, так и генные системы стационарностью. В генетической системе, как и в квантовой, есть неопределенность. Например, трудно предсказать, в каком гене произойдет мутация.

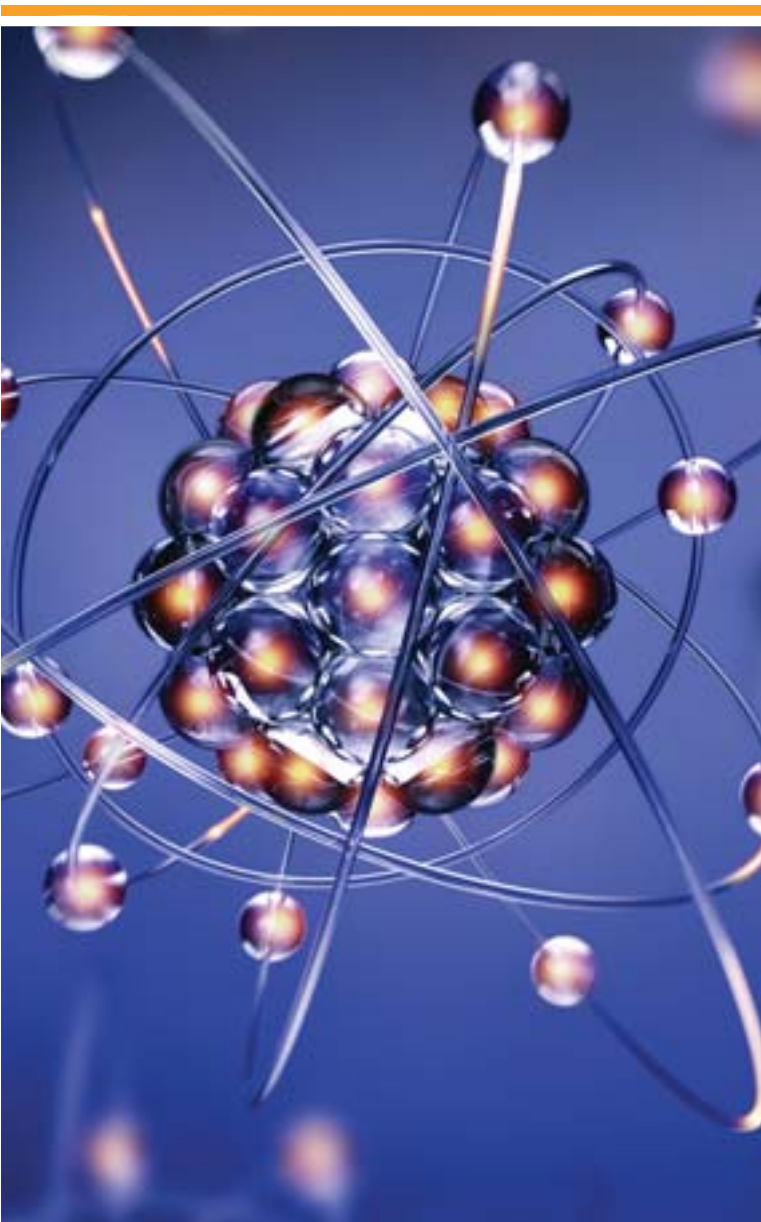
Далее, опираясь на имеющиеся в литературе данные и сравнивая две области микромира, находим, что:

- подобно тому, как нуклоны и электроны образуют атом, нуклеотиды и триплеты формируют гены;
- подобно тому, как атомы, молекулы, кристаллы состоят из элементарных ячеек, ядер, электронов и не обнаруживают никакого изменения во времени, разве что испытывают нарушения извне, гены, располагаящиеся в локусах (ячейках), состоят из нуклеотидов, триплетов, аминокислот, которые остаются неизменными вот уже многие сотни миллионов лет, разве что мутируют;
- подобно тому, как атом может находиться в определенных дискретных энергетических состояниях $E_0, E_1, E_2, E_3, \dots, E_n$, ген может находиться в прерывистых, так называемых аллельных, состояниях $A, a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$;
- подобно тому, как атом, состоящий из множества физических микрообъектов, неделим в химических процессах, ген, состоящий из огромного числа нуклеотидов и триплетов, выступает как функционально неделимое целое в генетических процессах;

- квантово-механическим эквивалентом генетического триплета, состоящего из трех нуклеотидов, является атомное ядро, состоящее из двух фундаментальных фермионовых частиц — положительного протона и нейтрального нейтрона и бозоновой обменной частицы — π -мезона;
- как радиоактивность, так и мутагенез бывают естественными (спонтанными) и искусственными (индуцированными), причем естественные мутации так же редки, как и самопроизвольные радиоактивные перемены;
- в природных условиях на процессы как радиоактивного распада, так и мутагенеза нельзя повлиять ни высокой температурой, ни давлением, ни силовыми полями;
- как процессы естественного и искусственного радиоактивного превращения подчиняются одинаковым законам, так и между естественным и ин-

дуцированным мутагенезом нет принципиальной разницы; в обоих случаях различия носят только количественный характер;

- как невозможно предсказать, когда и какой атом одного и того же элемента распадется — распадется ли ядро через секунду или через миллион лет, так невозможно и заранее знать, когда мутирует тот или иной ген; в обоих случаях мы имеем дело с явлениями, которые можно описать только с помощью статистики;
- ядерные и генетические системы обнаруживают общность и по критерию сохранения промежуточных возбужденных состояний, правда, в несопоставимых временных масштабах;
- как в кристаллах всегда имеется неупорядоченная часть ионов, не закрепленных и хаотически перемещающихся, так и в хромосомах есть фракции нестабильных фрагментов ДНК (так называемые мобильные генетические элементы, или транспозоны), способные к свободным перемещениям в пределах генома;
- как в кристаллической решетке, состоящей из атомов и ионов, часто наблюдаются нарушения правильной структуры — иногда отсутствуют отдельные ионы, иногда ионы решетки оказываются замещенными ионами других элементов или другой валентности, а в кристаллах могут размещаться и добавочные атомы, включенные в нормальную решетку, и «дырка» может быть заполнена ближайшим электроном, так и в гене, состоящем из нуклеотидов и триплетов, в результате мутации отдельные нуклеотиды могут отсутствовать либо быть заменены другими нуклеотидами, заполняющими открывшиеся вакансии, могут появиться и добавочные нуклеотиды;
- как кристаллы сохраняют память о своем образовании в «дефектах» различного рода (дислокациях и т.д.), так и гены сохраняют память о своем начальном состоянии в мутациях различных типов (нехватках, добавлениях или заменах нуклеотидов);
- как, изменяя условия образования кристаллов, мы можем создавать материалы, обладающие новыми интересными электрическими, механическими, магнитными или оптическими свойствами, так и, изменяя гены и хромосомы, мы можем получать новые биологические формы с новыми признаками и свойствами;
- подобно тому, как радикалы и молекулы стоят выше атома, гены и хромосомы, относящиеся к новой мощной материальной формации — генетической дискретности, — стоят выше химической ДНК, которой в теле хромосомы не остается, поскольку она переходит в более высокое, привилегированное состояние;
- если в квантовой физике «прерывистая» серия состояний называется энергетическими уровнями, то в генетике прерывистая серия состояний называется аллелями;
- подобно тому, как принцип Паули запрещает двум одинаковым фермионовым частицам нахо-



➤ Многие нерешенные проблемы, связанные с потребностями человека, лежат в области атомной физики, физики высоких энергий, генетики, молекулярной биологии, нанотехнологий.

диться в одном и том же состоянии, согласно правилу Бэтсона, каждая из гамет (яйцеклетка или спермий) не может одновременно располагать двумя аллельными генами, в каждой зрелой половой клетке должно быть только по одной аллели каждой пары генов;

- подобно тому, как принцип Паули запрещает в физическом атоме наличие двух или трех электронов, совпадающих друг с другом по всем четырем квантовым числам, в генетическом атоме (гене), как правило, запрещено соседство двух или трех одинаковых триплетов;

- как при ядерных реакциях только одна из 125 000 альфа-частиц вызывает превращение атомных ядер, а из 50 000 нейтронов только один достигает цели, так и немногие молекулы мутагена могут преодолевать мощный барьер и вступать в валентное взаимодействие с одним из нуклеотидов из состава триплетов; попадание — редкое событие как в квантовой физике, так и в генетике;

- как молекула, получившая энергию большую, чем энергия связи, может распасться, и разлетевшиеся в разные стороны составные части молекулы, потеряв кинетическую энергию в результате столкновений, имеют определенную вероятность встретиться и соединиться в первоначальную молекулу (так называемый эффект клетки Франка — Рабиновича), так и хромосомные фрагменты после разрыва хромосомы обладают вероятностью ассоциации в прежнем порядке.

В середине 90-х годов прошлого столетия американский физик, автор теории кварков, лауреат Нобелевской премии Марри Гелл-Манн сравнил мир кварков и мир блуждающего в ночи ягуара и обнаружил много общего между этими двумя мирами — простым и сложным. Согласно М. Гелл-Манну, кварки как бы призваны символизировать базисные физические законы, которые управляют универсумом и всем веществом в нем, а ягуар означает сложность окружающего нас мира, в особенности то, как мир проявляет себя в сложных адаптивных системах. Однако несколькими годами раньше, точнее говоря — в 1991 г., И.А. Рапопорт путем проекции генетического строения на физическую кварковую прерывность впервые указал на подобие трех нуклеотидов в триплете и трех кварков в барионе.

Также напомним, что в 1964 г. Марри Гелл-Манн и Джордж Цвейг независимо друг от друга выдвигали

гипотезу, что адроны (барионы и мезоны) построены из специфических субъединиц — трех фундаментальных точечных, бесструктурных объектов (триплетов), названных впоследствии кварками. Кварки не существуют в свободном состоянии, они прочно связаны в элементарных частицах. В дальнейшем гипотеза получила многочисленные косвенные экспериментальные подтверждения. В частности, было показано, что расщепление на протоне идет так, будто протон состоит из трех бесконечно малых центров.

Примерно в то же самое время независимо от М. Гелл-Манна и Дж. Цвейга И.А. Рапопорт в своей знаменитой фундаментальной работе «Микрогенетика» (1965 г.) постулировал, что материя элементарной частицы необычайно конденсирована. А это значит, что нельзя обойтись без собственной внутренней организации и что внутренняя композиция элементарной частицы, лежащая на самом дне всех относительно нее высших форм стационарности, охраняется электрическими зарядами (электрон, протон) или нейтральностью (нейтрон), не позволяющими проникнуть в нее. Есть и третий охранительный барьер — это отсутствие инертной массы или ее редукция. Элементарным частицам удается надежно скрывать свое содержание, и микрофизика не раскрывает ее богатый и сложный комплект физико-химических проявлений. Далее И.А. Рапопорт писал о необходимости развития новой теоретической концепции, а с ней и экспериментального познания, посвященного онтофизической структуре материала элементарной частицы. Есть предпосылки, указывающие на возможность существования онтометрической структуры элементарной частицы даже в том случае, если бы опытное исследование не раскрыло ее признаков. Трудность раскрытия качественной метрики (онтометрики) элементарной частицы связана с чрезвычайно плотной и трудно поддающейся индивидуальному измерению внутренней материальной укладки. Экспериментальный аппарат, позволяющий анализировать онтологическую структуру элементарной частицы, пока не создан.

В теоретической работе, опубликованной в 1991 г. (одной из последних), И.А. Рапопорт указал на подобия (параллели) между генными нуклеотидами с триплетными и кварками с барионами. Всего им было установлено 16 таких подобий:

- подобие генетических нуклеотидов в составе триплетов и кварков в барионах;
- подобие наборов четырех внутригенных нуклеотидов и четырех кварков;
- подобие между двумя видами взаимодействия в нуклеотидах и кварках;
- подобие между структурой кварка и нуклеотидной структурой по спине;
- подобие между электрическим зарядом кварка и дипольным моментом генетического нуклеотида;

➤ Для чистой науки новое время — это время мощных междисциплинарных синергетических исследований, а значит, время метафор и тавтологий, новых идей, теорий, образов.

- подобие включенного состояния (confinement) во внутриварионном, внутритриплетном, внутригенном и внутриврохромосомном положениях;
- подобие между кварками и внутриврохромосомными нуклеотидами по недоступности их анализу с помощью спектральных устройств;
- подобие между хромосомами и хромосомоподобными элементами, наблюдаемыми при рождении кварка (или глюона);
- подобие между отсутствием свободных кварков и свободных генетических нуклеотидов;
- подобие между квантовыми числами и триплетными квантовыми числами в генетических триплетах;
- подобие квантовых чисел, определяющих индивидуальность кварков и генетических нуклеотидов;
- подобие полноты выхода генетических триплетов и барионов, достигаемое в различных пределах, в связи с гетерогенностью чередования триплетов в генах;
- подобие квантовой интеграции в цветных барионах и генетических триплетах;
- подобие преобразования внутриврохромосомных нуклеотидов и кварков в составе барионов вне зависимости от их массы;
- приближенное родство между генетическими нуклеотидами и кварками;
- подобие положения глюонов в системе кварков и генетической нуклеопротеиновой системы.

«В пользу использованного приема сопоставления, — писал И.А. Рапопорт, — говорит применение в разных областях квантовой физики близких идей и родственного аппарата. Так, например, модель оболочечного строения атома очень часто переносят на атомное ядро, представляющее собой также сложную квантовомеханическую систему, состоящую из протонов и нейтронов.

И.А. Рапопорт был убежден, что будут найдены и другие образцы подобия между объектами физического и генетического микромира, не менее убедительные, чем те, что найдены между кварками и нуклеотидами. Однако и приведенные сопоставления дают богатейший материал для теории генетической прерывности.

Итак, в явлениях квантовой физики и генетики много схожего. Находя это, убеждаешься в справедливости слов известного немецкого физика-химика Вальтера Гейтлера: «Чем дальше по своим проявлениям отстоят друг от друга две области науки, тем глубже лежит то, что их объединяет». Это высказывание великого ученого очень со-

звучно с тем, о чем писал на рубеже XIX и XX столетий его современник, гений математики Анри Пуанкаре: «Главные успехи достигаются в тех случаях, когда две дисциплины сближаются к познанию сходства их форм, невзирая на различия материала, когда они отливаются одна по образу другой, благодаря чему каждая из них могла использовать успехи другой. В сближениях такого рода мы должны предвидеть прогресс будущего».

Новое время обязательно подтолкнет квантовую механику и генетику к большему сближению, поскольку именно в поле совместного действия этих двух наук, оперирующих дискретными единицами, ожидается, например, решение ряда актуальных задач нанотехнологий — нового представителя высоких технологий.

Любопытно, но многие важные фундаментальные открытия в генетике были сделаны физиками. Так, Э. Шрёдингер — автор знаменитой книги «Что такое жизнь с точки зрения физика» — первый развил идею о существовании генетического шифровального кода, включающего в себя все будущее развитие организма, и постулировал, что реальный механизм наследственности тесно связан с квантовой теорией. Он назвал ген «атомом» наследственности, который, как и физический атом, постоянен и вечен при всех превращениях. Физик-теоретик Макс Дельбрюк исследовал проблему гена как мишени для радиации, а затем основал целое направление — генетику фага — с целью обнаружения объекта, соизмеримого с геном. Другой физик-теоретик Г.А. Гамов — автор модели горячей Вселенной и теории распада альфа-частиц — впервые предложил модель триплетного генетического кода, согласно которой одну аминокислоту кодирует модуль из трех нуклеотидов. Френсис Крик, тоже физик по образованию, с помощью экспериментальных химических мутаций подтвердил триплетную природу генетического кода. Физик-ядерщик, один из создателей американской атомной бомбы Лео Сцилард в конце 1940-х годов посвятил себя исследованиям проблем радиационной биологии и генетики, открыл явление антимутагенеза, сформулировал, опираясь на математический аппарат, генетическую теорию старения. Наконец, сам Грегор Мендель, открывший основные закономерности наследственности, был по образованию математиком и физиком, учеником известного австрийского акустика и оптика Кристиана Доплера.

В XX столетии микрофизика оказала большую практическую услугу генетике, предоставив ей

свои методы исследований в форме высокоэнергетических квантов и ускоренных элементарных частиц. Генетика, наверное, не останется в долгу. «Недалеко то время, — писал И.А. Рапопорт в «Микрогенетике» еще в 1965 г., — когда и физики, и химики будут систематически пользоваться генетическими орудиями для решения части своих задач, недоступных собственным средствам анализа». «А биологические понятия, — позднее заключил автор матричной квантовой механики Вернер Гейзенберг, — дадут дополнение и расширение квантовой механики». В.Л. Гинзбург к одной из трех «великих проблем», которые придется решать новым поколениям физиков, относил вопрос о связи физики с биологией. В настоящее время многое говорит о том, что решение этого вопроса отчасти будет лежать в плоскости нанотехнологий, генетики и молекулярной биологии.

Вместо заключения

Природа, разделенная естественными науками на два царства — живое и мертвое, на объекты и явления с их признаками цельности и дискретности, равновесности и неравновесности — неисчерпаемый и вечно актуальный предмет человеческого познания. Познания, прошедшего путь от простого созерцания до практического освоения окружающего материального мира.

Трудно сказать о природе лучше, ярче одного из основоположников квантовой электродинамики, лауреата Нобелевской премии Ричарда Фейнмана: «Предмет науки предстает перед нами во множестве проявлений, в обилии признаков. Спустились к морю, взгляните в него. Это не просто вода. Это вода и пена, это рябь и набегающие волны, это облака, солнце и голубое небо, это свет и тепло, шум и дыхание ветра, это песок и скалы, водоросли и рыбы, их жизнь и гибель, это и вы сами, ваши глаза и мысли, ваше ощущение счастья. И не то ли в другом месте, не такое ли разнообразие явлений

и влияний? Вы не найдете в природе ничего простого, все в ней перепутано и слито».

Безусловно, можно утверждать, что четыре слова — атом и ген, квант и мутация, прочно вошедшие в систему описания природы, составят основу рабочего аппарата того историка науки, который захочет подвести итоги естествознания ушедшего XX в. Именно эти явления природы, утвердившиеся в качестве могущественных реальностей на рубеже XIX и XX столетий, были предметом интенсивных исследований трех поколений ученых-естествоиспытателей. Законы, открытые ими в области квантовой физики и генетики, сломали многие представления «о старом добром мире, где господствуют феноменологические взаимосвязи». Они свели сущности всех вещей и явлений к простой комбинаторике и действиям атомов и генов, дали ключи к управлению многими естественными, природными процессами, определили весь ход научного и технического прогресса, исторического и социального развития человечества. Динамичный характер исследований объектов микромира сохранится и в наше время, поскольку многие нерешенные проблемы, связанные с потребностями человека, лежат в области атомной физики, физики высоких энергий, генетики, молекулярной биологии, нанотехнологий.

XXI в. — век хаоса и катастроф, неопределенности и неустойчивости, ускоренного течения времени. Дважды два больше не четыре. Энтропия постучалась в двери математики. Мировые константы должны быть пересмотрены.

Для чистой науки новое время — это время мощных междисциплинарных синергетических исследований, а значит, время метафор и тавтологий, новых идей, теорий, образов.

Addendum

В свое время Ричард Фейнман постулировал: «Закон, управляющий всеми явлениями природы — это закон сохранения энергии», и «чтобы наука не превратилась в простые протоколы проведенных экспериментов, мы должны выдвигать законы, простирающиеся на еще не изведанные области». Многочисленные факты, свидетельствующие о сохранении структурно-функциональной целостности наследственного материала в условиях, когда он становится объектом мощных возмущений окружающей среды или экспериментальных воздействий, позволяют нам вывести новое фундаментальное обобщение — *закон сохранения генетической энергии*. Согласно этому закону, любые мутационные изменения, не влекущие за собой гибель генетического строения, не влияют на способность генов и хромосом участвовать в процессах, лежащих в основе наследственности и изменчивости. ■

ПЭС 21085 / 12.11.2021

