

Сергей Герджиков

## Биологичната теория и теоретичната биология

“Биологичната теория и теоретичната биология”. Философска мисъл, XLIII, 7/1987, 41–471

В средата на XIX в. две велики открития поставят началото на биологията като зряла наука: Менделовата генетична система и Дарвиновата теория на естествения отбор. Това двойно начало по уникален начин свързва и разделя концептуално физиката и биологията. Изясняването на характера на тези теоретични ядра на биологията в съществен смисъл е изясняване на характера на една теоретична биология. Задачата на тази статия е да се определят стандартите и типологията на биологичната рационалност, вложена в тези две открития. Това означава да се направи стъпка в търсенето на основанията на теоретичната биология.

### Уравнения на микроеволюцията

Коренът на популационната генетика – това са забележителните изследвания на Грегор Мендел. От няколко прости експеримента със сортове грах, отличаващи се по няколко ясно изразени признака, размножаващи се като чисти линии, Мендел прави кръстоски и стига до забележителни изводи: от два алтернативни признака в първото поколение се проявява един; изчезналият в първото поколение признак се появява отново в 1/4 от индивидите от второто поколение; растенията на граха съдържат и предават в поколенията наследствени признаци във вид на дискретни единици; всяко растение притежава хомоложна двойка такива единици, при което едната се получава от единия родител (от прашеца), а другата – от другия родител (от семето).

Тези изводи са истинското начало на генетичната наука. Първите два са зародиш на количествената генетична теория, първи популационни уравнения. Третият и четвъртият са първообраз на качествената генетична теория. Те са носители на понятийна организация, чужда на физичните науки. Менделовата концептуална схема е зародиш на науката за предаване на дискретни носители на информация в поколенията при пълно комбиниране и ограничителни условия, зададени от специфични отношения на зависимост (доминантност–рецесивност) и независимост между признаците. Тези два момента в Менделовата схема предопределят две големи изследователски линии в историята на биологията: хромозомната и молекулната генетика, от една страна, и еволюционната генетика от друга. Първата е по принцип качествена наука – тя се отнася до информационната структура на наследствеността. Втората е количествена (статистическа) наука. Тя се обединява с популационния аспект на Дарвиновата еволюционна теория.

Пряката експанзия на статистическата страна на Менделовото откритие е цялата математическа еволюционна генетика. Тя е теория на динамична система (популацията), която чрез система уравнения описва и обяснява генетичната ѝ динамика.

42

Харди-Вайнберговото равновесие е дедукция от Менделовите пропорции при специфични условия. При липсата на имиграция и емиграция, липса на мутации, две пода AA и aa, различаващи се по единичен локус, са в пропорции AA=p, aa=q (p+q=1). Двете хомозиготи и една хетерозигота ще се явят в следващото поколение със дните честоти:

$$p^2AA + 2pq + q^2aa = 1 \quad (A = p, a = q).$$

Според съвременните еволюционисти „Харди-Вайнберговото равновесие показва, Менделовият механизъм е консервативен фактор, ... но еволюцията е изменение, изисква

---

<sup>1</sup> Сергей Герджиков, главен асистент в СУ „Климент Охридски“

честотите на някои генотипични варианти да бъдат изменени и процесите, които причиняват тези изменения, са известни”<sup>1</sup>. Това е основна разлика на Меиделовата от Дарвиновата теория на динамиката на популациите: за разлика от еволюционната теория зародишът на популационната генетика не формулира положения за еволюцията. Нужни са уравнения за една неравновесна динамика, водеща до изменение живите форми във времето. Най-значителният опит да се усвои идеята за отбора на езика на математическата генетика е фундаменталната теорема на естествения отбор Р. Фишер. Тя е такава:

$$aw/dt = -p_i \sum (w^2 - 2ww_i + w_i^2) = p_i \sum (w - w_i) = p_i \sum (w - w_i)^2,$$

където  $aw/dt$  е скоростта на изменение на приспособеността,  $p_i$  – относителната честота на генотип  $i$ ,  $w_i$  е относителната приспособеност на генотип  $i$ .

Уравнението се чете така: „В достатъчно голяма панмиксична популация, наследяването в която се определя от един  $n$ -алелен ген, а натискът на отбора, задаван от  $w$ , е постоянен, средната приспособеност на популацията нараства, достигайки стационарното значение в едно от състоянията на генетично равновесие. Скоростта на изменение на средната приспособеност на популацията е пропорционална на адитивната генна дисперсия и се приравнява към нула при достигане на генетично равновесие.”<sup>2</sup>

Тук има нещо ново в сравнение с пропорциите на Мендел и Харди-Вайнберг. Моделирана е динамика на популацията с посока нарастване на приспособеността. Замисълът на Фишер е представяне на Принципа на отбора като закон на природата, „чрез който мярата на усъвършенствуването на всеки вид по отношение на неговата среда е определена от неговото сегашно състояние”<sup>3</sup>. Това е опит да се приложи популационната генетика като концептуална схема и стандарта на физична теория на динамична система към теоретичното ядро на дарвинизма. Тази схема постулира строго детерминиран, макар и статистически изразим динамизъм на модела на еволюираща популация. Естественият отбор е определен като необходим процес, чиито параметри са предсказуеми. Не може да става дума за „еволюционно творчество”, за история.

Теоремата задава постоянна зависимост между квадрата на дисперсията и скоростта на отбора, която ги приравнява към нула само в състояние на генетично равновесие ( $w_i = w$ ). Това състояние е изразено от уравненията на Харди-Вайнберг. Движението към нула е естествен резултат от действието на отбора – при висока генна изменчивост отборът действа силно, елиминира индивидите с по-ниска от средната приспособеност,  $w - w_i$  се стреми към нула, системата се стреми към равновесие, приспособеността на популацията расте. При достигане на равновесие скоростта на отбора става нула. Отборът е изменение, което се стреми да ликвидира. . . себе си, т. е. той действа като резултат от отклонение и се стреми да анулира това отклонение. Целият процес е разбалансиране, при което приспособеността на популацията намалява поради изменение на условията (нещо, което не е обхванато в теоремата), отклонението

1 Dozansky, T., F. Ayala, G. Stebins, J. Valentine. *Evolution*. S. Francisco, 1977, p. 100.

2 Свирежев, Ю., В. Пасеков. *Основы математической генетики*. М., 1976, с. 45.

3 Fisher, R. *The Genetical Theory of Natural Selection*. N. Y., 1958, p. 22.

расте, отборът засилва действието си, отклонението намалява, приспособеността расте до средната, действието на отбора се преустановява. Възстановено е равновесието ( $w = w_i$ ). Но при тотална неприспособеност на популацията в резултат на рязко изменение на условията на средата очевидно процесът е необратим и популацията измира – отново при „генетично равновесие”. Тъй като тази система се абстрахира от непрекъснатостта на еволюцията като прогрес от по-ниски равнища на организацията към по-високи, тя включва като равноправни състояния както намалената си приспособеност, така и повишената. Всичко това зависи от приетата за базова стойност на величината средна приспособеност  $w$ . Ако тази стойност е нормирана към единица, както се прави в популационните изследвания, и ако само спрямо нея се установяват относителните

приспособености на отделните генотипи, нейното количествено изменение е неизменно.

Важното е, че тази динамична система моделира процес на съхранение на равновесието. Това е регулационна динамика на популацията, подобна на кибернетичната динамика на регулацията чрез обратна връзка. Теоремата не обхваща историческата динамика на „средната приспособеност“. Самата величина „средна приспособеност“ едва ли е добро средство за анализ на прогресивната линия на изменението на живите форми. Не могат да се сравняват средните приспособености на различни форми, след като всяка от тях е нормирана към единица и има смисъл само за анализ в рамките на дадена популация. Еволюциониращата към ново състояние популация наистина се стреми към равновесие, но дали това е прогрес или регрес на организацията, не може да се определи.

Тази теорема се отнася за отбора като „стабилизиращ фактор“, а не като „творчески фактор“ на еволюцията. Според самия Фишер теоремата е много близка до II принцип на термодинамиката. И двата принципа описват популации (агрегати). Те са „верни независимо от природата на единиците, които ги композират; и двата са статистически закони; всеки изисква константно нарастване на измеримата величина: в единия случай ентропията, в другия случай приспособеността, измерима чрез относителната репродуктивност. Допустими са биологични популации, в които генетичната изменчивост е нула, и в които приспособеността не расте. . . . Както вторият принцип. . . . поддържа, както аз мисля, върховно положение сред законите на природата, . . . ”един закон би трявало да заема върховно положение сред биологичните науки. Възможно е двата принципа да бъдат абсорбирани от някои по-обща принципи.”<sup>4</sup> Важна разлика между двата принципа според Фишер е, че ентропията нараства необратимо, а еволюцията е обратима.<sup>5</sup>

Тези връзки между термодинамиката и микроеволюционната динамика са удивителни. Те изразяват тъждествен тип и стандарт понятийна организация – математическа теория от статистически тип. Този стандарт изключва от анализ качествената природа на организацията. Уравненията на микроеволюцията се абстрахират от информационното съдържание на отделните генотипи. Термодинамичната и информационно-количествената теория се сливат в една изследователска линия, която чрез изследванията на И. Пригожин<sup>6</sup>, М. Айген<sup>7</sup>, С. Шнол<sup>8</sup> и др. води към теория на биологичната еволюция върху принципите на статистическата физика и на количествената информационна теория.

Уравненията на популационната генетика са демонстрация на един стандарт и тип понятийна организация на опитната наука. Това са Галилеевият стандарт и статистическият тип емпирично знание. Ричард Левонтин обобщава проблематичността на популационната генетика като средство да се усвои биологичната еволюция в понятията „емпирична недостатъчност“ и „динамична недостатъчност“. Емпиричната недостатъчност се състои в невъзможността точно да се измерят заложените в теорията параметри, невъзможността да се уловят тънките генетични изменения, върху които

<sup>4</sup> Op. Cit., p. 39.

<sup>6</sup> Op. cit., p. 40.

<sup>6</sup> Николис, Т., И. Пригожин. *Самоорганизация в неравновесных системах*. М., 1973.

<sup>7</sup> Эйген, М. *Самоорганизация материи и эволюция биологических макромолекул*. М., 1979.

<sup>8</sup> Шноль, С. *Физикохимические факторы биологической эволюции*. М., 1979.

44

действува отборът. Динамичната недостатъчност се състои в невъзможността да се хване историята на живота във от равновесната динамика. Левонтин заключава: „Може би ние сме лишени от някаква критична проникателност, която като внезапно озарение ще постави всичко на своите места. . . Или проблемът е твърде по-дълбок и е заложен в самата структура на нашата наука? Последното предположение ми се струва най-вероятно”<sup>9</sup>.

В контекста на нашето изследване можем да определим, че проблемът за

генетичните основи на еволюционната теория е от ранга на стандарт и тип понятийна организация. Тоест предположението на Левонтин се потвърждава и уточнява в хода на епистемологическия анализ. Това концептуално ограничение е всъщност концептуална определеност на Менделовата система. Тя поначало не е предназначена да описва и обяснява еволюцията.

### **Принцип на Естествения отбор**

Зародишът на съвременната *Синтетична теория на еволюцията* е теорията на Чарлз Дарвин за естествения отбор като механизъм на образуване на видовете и прогрес на биологичната организация. Нейната чиста структура се изгражда от следната верига положения:

*Структура–популация.* Съществуват дискретни живи организми, обединени в групи, излирани генетично.

*Динамика–наследственост и изменчивост.* Живите организми се размножават, като съхраняват генетичната информация с малки изменения, наследявани от потомствата.

*Ограничение–конкуренция.* Размножаването става в геометрична прогресия, а ресурсите са ограничени. Само някои от зародишите могат да преживеят.

Всички организми се стремят към съхранение на своята организация. Това е особено положение. То е подразбирано като безусловно необходимо за динамиката и историята на живота. Без него е невъзможно формулирането на конкуренцията, отбора и еволюцията. Но в рамките на теорията на еволюцията то не е закон, а премълчана предпоставка. Сега от конкуренцията и предпоставката за безусловна насоченост на активността на живите организми към възпроизвеждане следва принципът на отбора:

*В условията на дискретно множество борещи се за своя живот организми се запазват най-приспособените.*

Принципът на естествения отбор направи биологията теоретична наука, снабдявайки я с мощно средство за обяснение не само на феномена разнообразие на живота, а и на феномена организация. Но „теоретична биология” днес е проблематично понятие. СТЕ като неин фундамент е обект на критично преосмисляне. Принципът на отбора в това отношение е характерен проблемен център.

Класическата му формулировка, дадена от създателя на еволюционната теория, е следната: „Аз нарекох този принцип, по силата на който всяко незначително изменение, стига само да е полезно, се запазва, естествен отбор, за да покажа с това неговото отношение към отбора, който се прилага от човека. Но изразът, употребяван от Спенсър–„преживяване на най-приспособените”, е много по-точен, а понякога също тъй удобен”<sup>10</sup>, „индивидите, които имат и най-маловажното предимство пред другите, ще имат повече шансове за запазване и размножаване на своя род”<sup>11</sup>. Принципът е формулиран и така: „Запазване на полезните индивидуални разлики или изменения и унищожаването вредните аз нарекох естествен отбор или преживяване на най-приспособените”<sup>12</sup>. В самото заглавие на *Произход на видовете* фигурира формулировката: „Произход видовете чрез естествен отбор или запазване на избраните породи в борбата за живот”.

Схематично в Дарвиновата оригинална формулировка се утвърждава синтетично единство (тъждество) като закон между двойките понятия: полезно изменение–запаз-

9 Левонтин, Р. *Генетические основы эволюции*. М., 1970, с. 273.

10 Дарвин, Ч. *Произход на видовете*. С, 1950, с. 193.

11 Пак там.

12 Цит. съч., с. 213.

13 Цит. съч., с. 113.

ване, полезна разлика–преживяване, избрани породи–запазване, най-приспособени–преживяване.

Умножаването на термините само по себе си не е важно. Но то проектира принципа

на две взаимно свързани равнища: популацията: запазване на избраните породи в борбата за живот, преживяване на най-приспособените, и организацията: запазване на полезните изменения, запазване на полезните разлики. Но „организационната” проекция е подчинена на популационната – изразът на Спенсър е окачествен като „много по-точен”. Полезните изменения се проявяват само като предимства в борбата за живот. Съвременните формулировки отхвърлят момента на организацията във формулировката. Това може да се обясни като стремеж към изчистване на популационно-статистическата структура на СТЕ като единна, хомогенна структура. Има Дарвинова и генетична теория на отбора. Ето как В. Грант формулира генетичната концепция: „Ако носителите на алел  $a$  оставят повече потомци, т. е. внасят по-голям принос в следващото поколение, отколкото носителите на алел  $A$  и ако такова диференциално размножение на тези два алела става систематически от поколение в поколение, то честотата на алел  $a$  в популацията ще нараства постепенно, а честотата на алел  $A$  ще намалява”<sup>14</sup>. Това е чисто популационна формулировка на Принципа на отбора. Е ли това синтетично твърдение с теоретична сила, каквото е Дарвиновият принцип? Отговорът е по-скоро отрицателен: от честоти на репродукцията се извеждат честоти на генотипа. Очевидно е обаче и без научни закони, че генотипите, които се размножават с по-високи темпове от своите конкуренти, ще нарастват по своята относителна честота в популацията. Следователно генетичната формулировка на отбора в чист вид е почти безсъдържателна. Същото ще се получи и за теоремата на Фишер, ако се приведат емпиричните определения на приспособеността и честотата, които се свеждат до относителни честоти на генотипи в генофонда.

Класическият Дарвинов вариант на принципа е велико откритие, защото успява да бъде мощен синтез. Той идентифицира конкретни организационни черти с диференциалното преживяване. Приспособеността при Дарвин не е диференциално преживяване, а годност на организма да преживява в дадени условия, годност на организмовата структура да изпълнява своята функция в организма. За него всъщност не съществува принципна разлика между „организмова” и „популационна” гледна точка в разсъжденията за отбора: „Природата. . . може да влияе на всеки вътрешен орган, на всяко най-малко отклонение в общото телосложение, на целия жизнен механизъм. Човекът отбира за своя полза, природата – само в полза на организма, когато тя пази.”<sup>15</sup> „Естественият отбор действа само чрез запазване и натрупване на измененията, благоприятства за организма при онези органични и неорганични условия, на които той се подлага през всички периоди на живота си. Крайният резултат се изразява в това, че всяко същество проявява стремеж да стане все по-съвършено спрямо заобикалящите го условия... Но тук навлизаме в областта на един твърде заплетен въпрос, тъй като натуралистите сега не са предложили задоволително за всички определение на онова, което трябва да се разбира под понятието по-висока организация.”<sup>16</sup> Именно на „степен на организация” отговаря Дарвиновата „приспособеност”, „ползност”. М. Уилиамс в опита си за аксиоматизация на Дарвиновата теория приема приспособеността за базово, затова според нея неопределимо понятие<sup>17</sup>. Това е симптоматично. Тук наистина е фиксиран хоризонт в тази теория, чийто пробив би ни извел на друго равнище на познание на организацията. Не намирайки строго организационно определение на „приспособеност”, можем да постулираме това понятие като базово, „неопределимо” според израза на Уилиамс. Но дори такива базови понятия като „точка”, „права” и „повърхност” в най-съвършената аксиоматика – Евклидовата геометрия – имат свои определения.

<sup>14</sup> Грант, В. *Еволюция организмов*. М., 1980, с. 70.

<sup>16</sup> Дарвин, Ч. *Произход на видовете*, с. 216.

<sup>17</sup> Цит. съч., с. 262.

<sup>17</sup> Williams, M. “The Logical Structure of the Theory of Natural Selection and Other Evolutionary Controversies”. In: *Methodological Unity of Science*. Montreal, 1983.

на емпиричните определения на понятията. В противен случай те са безсмислени.

Принципът на отбора е извънредно интересно явление в историята на науката. Той е повод за многобройни методологични изследвания. Много философи и биолози упрекуват Дарвин, че си е послужил с една безсъдържателна, тавтологична формулировка. Такива са А. Мансън, 18, А. Баркър<sup>19</sup>, Д. Хъл<sup>20</sup> и много други. Тези автори подчертават идентичността на преживяване и приспособеност в принципа поради невъзможност да се определи приспособеността във от преживяването. По този начин се получава безсъдържателна тавтологична формулировка: „преживяват преживяващите”. От това може да се направи изводът, че „всички утвърждения по повод на естествения отбор не могат да не бъдат аналитични”<sup>21</sup>. Съществуват много варианти на защита срещу такива упреци. Те се свеждат до подчертаване на аналитичната природа на всеки постулат или аксиома и подчертаване на успеха на концепцията за отбора в изследванията на популационните генетици.

В светлината на развивания тук тип изследване проблемът е прост: синтетично твърдение ли е принципът на отбора? Липсата на синтез в чистата структура на една теория означава липса на възможност за рационално изследване. Теорията в такъв случай е тривиална. Но обвинението в тавтологичност почива на недоразумение. Не се различават понятийните единства, в които функционира принципът. Той в действителност, както донякъде бе изяснено, има както синтетична, така и аналитична формулировка. Когато принципът се формулира чрез чисто популационни понятия, т. е. чрез популационно определение на приспособеността и на преживяването, тогава той неизбежно клони към безсъдържателност. Разбира се, в този случай фактът на отбора става добре идентифициран – това е диференциалното преживяване и репродукция, – се губи законът като синтез на този факт с фактите на организацията.

Но качествено определение на приспособеността в термините на структури, функции и адаптации прави от принципа синтез. Дарвин не различава съществено това определение от популационното. Но той използва във формулировката на принципа термина „ползност”, чието отношение към организацията е същото, както на приспособеността (определена статистически) към популацията. Тук се открива важна граница. Не е дадено задоволително и строго определение на приспособеността като „степен на организираност”. Семантичният пробив към организацията не е превърнат в рационален пробив, който да направи теорията за развитието на организацията понятийна организация, сравнима по своята строгост с популационната генетика. Затова еволюционната биология днес в своята количествена част не се строи върху Дарвиновото определение на приспособеността, а върху генетичното. *Отделните характеристики на организацията губят значение, те се подвеждат под рубриката „предимства” или „недостатъци”, интерпретирани в диференциални генни честоти.* Днес няма зряла строга теория, която да предлага определение на понятието „равнище на организираност”. Следователно обективна е ситуацията в Синтетичната теория на еволюцията, според която Дарвиновите качествени постановки са извън сградата на строгата наука.

Смисълът на Принципа на отбора е в това, че е постигнат първият важен резултат пътя на създаване на Теория за самоорганизацията на живота. развитието на съдържанието на принципа в бъдеще е възможно като създаване на строго понятие за „степен на организираност”. Това вероятно ще стане като осъществяване на стандарт и тип, различни от Галилеевия и статистическия. Същото очакване е отправено и към теоретизирането на качествените аспекти на Менделовата генетика.

### **Биологичната теория и теоретичната биология**

В биологичната теория е реализиран самостоятелен тип и стандарт понятийна организация. Самостоятелността на биологията е широко обсъждана и защитавана, пре-  
18 Manser, A. *The Concept of Evolution*. In: *Philosophy*, vol. XL, 1965.  
19 Barker, A. *An Approach to the Theory of Natural Selection*. In: *Philosophy*, vol. XLIV,

1970.

20 Hull, D. *Philosophy of Biological Science*. New Jersey, 1974.

21 Ръюз, М. *Философия биологии*. М., 1976, с. 65.

47

небрегвана и опровергавана. Но проблемът не е решен. Бъдещата теоретична биология вероятно ще има строеж и смисъл, качествено различен от този на физиката. Галилей утвърждава органичното единство на математика и измерителен експеримент като мощен стандарт в европейската наука. Той господства и до днес във физиката. Създадени са два типа теории в рамките на този стандарт: динамически – класическа механика, теория на относителността, електромагнитна теория, и статистически – статистическа механика, термодинамика, квантова механика.

Дарвиновата теория на еволюцията чрез естествен отбор е начална форма на теория на организацията със собствен стандарт, който се съдържа в онези моменти от концепцията на естествения отбор, които и в най-строгата си формулировка не могат да се представят като математически величини. Това са чисто качествени описания и обяснения на структури, функции и поведенчески актове, на органичен порядък, на „биологична специфика“.

Менделовата генетична система по същия начин е начална форма на едно строго, качествено представяне на същия органичен порядък, но като *информация*. С този свой качествен аспект, концентриран в законите за независимото разпределение и за разделянето на признаците, тя става начало на структурно-функционалната генетика и в крайна сметка – на молекулната генетика.

Двете концептуални ядра (Менделовото и Дарвиновото) днес са синтезирани в Синтетичната теория на еволюцията, но с онези свои аспекти, които представят Галилеевия стандарт и статистическия тип теория динамиката на генния състав на популациите. Тук те са обединени в единна, строга, количествена наука за еволюцията. Но тази наука обхваща само онзи аспект от еволюцията, който сполучливо бе наречен „микроеволюция“ – изменението на генетичния състав на популациите близо до генетичното равновесие. Тя не успява да обхване историческия прогрес на живота като развитие на организацията – онова, за което Дарвин създаде своята теория.

Качествените аспекти на еволюцията и на организацията, формулирани от Дарвин и Мендел, все още не са се превърнали в строга теория. Съвременната молекулна биология ги обединява в единната емпирична наука за генетичната и фенотипната организация на молекулно равнище. Теоретичното обяснение на откритията на молекулната биология е свързано със създаването на теоретично продължение на откритията на Мендел и Дарвин в областта на „организацията“. Строежът на една такава теория на организацията ще се отличава от този на физичните теории, защото той представя не спретнати количествено величини, а интегрирани информационни значения.

Теоретичната биология е реализация на стандарт в емпиричната наука, който е алтернативен на Галилеевия, доколкото не е единство на математика и експериментално измерване, а е единство на строго качествено представяне и експериментално идентифициране на органичен порядък. Този стандарт можем условно да наречем Дарвинов. В теоретичната биология се снемат динамическият и статистическият тип емпирична научна рационалност. В идентификацията и обяснението на „биологичната специфика“ ние се нуждаем от информация за отношението на структури, процеси и актове, които строят живото състояние, жизнения процес и еволюцията, към възпроизводството интегрална характеристика на живота. Непосредствено това отнасяне не съдържа чисто динамически, нито чисто статистически момент. Описвайки структура или функция на молекулно равнище, ние не се нуждаем от включването на законите на квантовата механика и на всички случайни процеси, определяща част от условията на функционирането на дадената структура. Тези данни ние „тълкуваме“ в „езика“ на организацията, като определяме мястото на всеки структурен и функционален аспект

възпроизвеждащата се организация.

Възможните принципи, под които този порядък може да се подведе, не са уравнения между величини. Това са интегрални характеристики на всеки органичен порядък и формулират на езика на строгата наука неговата органична цялостност. Такива принципи днес не са развити в естествените науки.

1986