

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

---

# ЗООЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Том XLIX

(ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК)

4

---

МОСКВА · 1970

УДК 59 : 100.41 : 576.75 + 591.526

## ДИАЛЕКТИКА РАЗВИТИЯ НА УРОВНЕ ОРГАНИЗМА И ПОПУЛЯЦИИ

С. С. ШВАРЦ

*Институт экологии растений и животных Уральского филиала Академии наук СССР  
(Свердловск)*

Идеи В. И. Ленина о соотношении явления и закона, сущности и несущественного, необходимости и случайности позволяют глубже понять причины и механизмы «самодвижения» живой материи; в его основе лежит внутренняя противоречивость любых приспособлений и любых эволюционных преобразований животных. С этой точки зрения анализируется соотношение следующих понятий и явлений: специализация — универсализация, генотип — среда, генотип — фенотип, индивид — популяция, популяция — биогеоценоз. Основные выводы анализа: важнейшие противоречия, возникающие на организменном уровне интеграции жизни, разрешаются на уровне популяций; события, случайные на уровне клетки или организма, приводят к неслучайным следствиям на уровне популяционном; эволюция — строго детерминированный процесс, работающий на основе преобразования и интеграции случайных событий; повышение уровня организации и совершенствование гомеостатических реакций ведут к непрерывному обогащению биосферы, но снижают эффективность использования энергии отдельными системами и их совокупностью. Познание диалектики этих явлений и процессов открывает путь к управлению ими в масштабе биогеоценозов и целых физико-географических регионов.

В. И. Ленин неоднократно подчеркивал, что ядро диалектики — учение о развитии. Конкретизируя это положение, он приходит к важнейшим для любого естествоведы выводам.

«Развитие есть «борьба» противоположностей. Две основные (или две возможные? или две в истории наблюдающиеся?) концепции развития (эволюции) суть: развитие как уменьшение и увеличение, как повторение и развитие как единство противоположностей (раздвоение единого на взаимоисключающие противоположности и взаимоотношения между ними). При первой концепции движения остается в тени само движение, его двигательная сила, его источник, его мотив (или сей источник переносится во вне — бог, субъект ест.). При второй концепции главное внимание устремляется именно на познание источника «само»-движения. Первая концепция мертва, бледна, суха. Вторая — жизненна. Только вторая дает ключ к «самодвижению» всего сущего; только она дает ключ к «скачкам», к «перерыву постепенности», к «превращению в противоположность», к уничтожению старого и возникновению нового»<sup>1</sup>.

Можно без боязни преувеличения утверждать, что задача биолога в конечном итоге как раз и заключается в том, чтобы понять, в чем заключается «ключ к самодвижению» и сформулировать свои выводы в системе понятий и законов.

<sup>1</sup> В. И. Ленин, Соч., т. 29, стр. 317.

«Логика есть учение о познании. Есть теория познания. Но это не простое, не непосредственное, не цельное отражение, а процесс ряда абстракций, формирования, образования понятий, законов ест., каковые понятия, законы, ест... и охватывают условно, приближительно универсальную закономерность вечно движущейся и развивающейся природы»<sup>2</sup>. Развивая это положение, В. И. Ленин делает ряд замечаний, как будто написанных специально для современного биолога. «Закон берет спокойное — и поэтому закон, всякий закон, узок, неполон, приближен... Явление богаче закона»<sup>3</sup>.

«Несущественное, кажущееся, поверхностное чаще исчезает, не так «плотно» держится, не так «крепко сидит», как «сущность». Etwa: движение реки — пена сверху и глубокие течения внизу. Но и пена есть выражение сущности»<sup>4</sup>.

Для биолога и, в частности, для зоолога это заключение В. И. Ленина имеет особое значение. Трудно найти более «беспокойные» явления, чем явления биологические, подвергающиеся модификациям под влиянием разнообразнейших причин, и поэтому любой биолог, в особенности, если он имеет дело с комплексными явлениями, к сущности процессов должен пробивать путь сквозь «пену» кажущегося и по пене судить о движении реки. Представляется поэтому оправданной хотя бы попытка осветить некоторые биологические закономерности и явления с наиболее общих позиций ленинского учения о диалектике развития.

Основное, главное содержание диалектики — «единство и борьба противоположностей» — в развитии живой природы проявляется особенно ярко. Противоречивость реакции индивида на изменение внешних условий, равно как и противоречивость эволюционного процесса на всех его этапах, определяется противоречивостью тех задач, которые ставит перед организмом, популяцией, видом жизнь. Это особенно ясно проявляется при попытке сопоставить следующие явления и понятия: специализация — универсализация, индивид — популяция, популяция — биогеоценоз.

Любая живая система (особь, популяция, биогеоценоз) не только развивается, но и не может не развиваться. Стабилизация любой живой системы кажущаяся. Лишь механизмы гомеостаза (в разных живых системах их совершенство, естественно, различно), означающего по существу постоянные изменения системы в ответ на изменение внешней и внутренней среды, делают эту кажущуюся стабилизацию возможной. Колебания в состоянии среды вызывают соответствующие колебания состояния живой системы около некоторой средней (масштабы этих колебаний различны — от секунд до тысячелетий), но векторизованное изменение среды вызывает направленное изменение живой системы. С этой точки зрения эволюционный процесс — процесс непрерывный, так как стабилизация системы — это столь же активный процесс приспособления организмов к среде, как и эволюция в привычном смысле слова. Однако вечно живая система не может находиться даже в состоянии кажущейся стабильности, так как любое изменение среды выводит ее из состояния динамического равновесия: она стремится утвердить это динамическое равновесие уже на новом уровне, и это неизбежно влечет за собой изменение в сопряженных системах (организмов в популяциях, популяций в биогеоценозах, биогеоценозов в биосфере и т. п.). Нам кажется, что эти замечания могут иметь значение при анализе любых проявлений поведения (в широком смысле слова) организмов в «биологических коллективах» любых рангов. Причины временной стабилизации живой системы должны привлекать к себе столь же пристальное внимание исследователей, как и причины «смены состояний» (эколого-физиологических реакций отдель-

<sup>2</sup> В. И. Ленин, Соч., т. 29, стр. 163.

<sup>3</sup> В. И. Ленин, Соч., т. 29, стр. 135.

<sup>4</sup> В. И. Ленин, Соч., т. 29, стр. 116.

ных организмов и популяций или любые проявления эволюционного процесса). Более того, если мы поймем, какие причины позволяют живой системе поддерживать свое существование в состоянии временной стабилизации, мы поймем и причины, вызывающие ее изменение. По понятным причинам это обстоятельство имеет не только теоретическое, но и практическое значение.

Любое приспособление животных внутренне противоречно. Эта противоречивость сказывается отнюдь не только в том, что специализация в одном направлении является вместе с тем деспециализацией в другом. Каждое приспособление открывает новые пути биологического прогресса данного вида организмов, но вместе с тем закрывает некоторые иные возможности его развития и приспособления. Удобно начать обсуждение этого вопроса с хорошо известного явления — гомотермии. Гомотермия — способность животного поддерживать относительное постоянство температуры тела, несмотря на колебания во внешней среде, явилась величайшим прогрессом в развитии животных, ароморфозом крупнейшего значения. Поэтому не только в популярной литературе, но и в вузовских учебниках остается в тени другой вопрос. Гомотермия — это не только способность, но и необходимость поддерживать температуру тела на постоянном уровне. Снижение температуры тела пойкилотермного животного не приводит его к гибели, а в ряде случаев является вполне адекватным ответом на изменение внешних условий. Совершенно иная реакция характерна для гомотермных. У большинства из них снижение температуры тела ведет к дискоординации физиологических функций и в конечном итоге — к гибели. Таким образом, даже ароморфоз как приспособление исключительного значения внутренне противоречиво. Это, естественно, влечет за собой противоречивые следствия. Возникновение гомотермии решило очень важную физиологическую задачу: способность поддерживать оптимальный режим работы в колеблющихся условиях среды. Это обстоятельство оказалось настолько важным, что оно компенсировало многие отрицательные последствия гомотермии, и в конечном итоге победителями в жизненной борьбе стали гомотермные животные, высшим представителем которых является человек. О том, что гомотермия отнюдь не идеальное, лишенное внутренних противоречий эволюционное достижение, говорят хотя бы такие хорошо известные факты, как временная пойкилотермия многих млекопитающих, пойкилотермия птенцов птиц, гетеротермия тканей истинных гомотермных и т. п. Становится ясным, что любое приспособление вызывает к жизни новые приспособления. Противоречивость любого приспособления есть в конечном итоге внутренний стимул развития. На этом примере мы стремились показать внутреннюю противоречивость любых приспособлений животных. Их конкретный анализ представляет не только специальный, но и методологический интерес. Однако еще более интересно попытаться проанализировать наиболее общие законы, в которых проявляется «единство и борьба противоположностей» любых приспособлений животных организмов.

Каждый вид должен быть приспособлен к среде обитания настолько полно, чтобы обеспечить хотя бы простое воспроизводство популяции. Отсюда — неизбежность его специализации. Примеры специализаций разных видов животных и растений слишком хорошо известны, чтобы их приводить. В настоящее время столь же хорошо известно, что и разные популяции одного вида обладают чертами специализации, которые проявляются на экологическом, морфологическом, физиологическом и биохимическом уровнях. Но узкая специализация рано или поздно приводит к гибели организма или вида. Поэтому специализация никогда не бывает полной или никогда полностью не исключает универсализацию. Если бы мы попытались подтвердить это положение конкретными примерами, нам пришлось бы отступить от поставленной задачи — рассмотрения биологических закономерностей в самом общем плане. Поэтому мы

ограничимся напоминанием, что даже наиболее специализированные хищники обладают набором ферментов, позволяющим им использовать растительные корма, что обитатели Арктики нередко переживают периоды поистине тропической жары, а среди тропических животных имеются формы, поражающие нас исключительной холодостойкостью, что животные, ведущие строго подземный образ жизни, способны преодолевать значительные наземные пространства и переплывать широкие реки. Подобных примеров известно очень много. Все они показывают, что в какой-то степени необходимость сочетать специализацию с универсализацией запрограммирована наследственностью любого вида. Тем не менее в процессе онтогенеза любого организма возникает противоречие между наследственной программой его развития и конкретными условиями существования. Это противоречие может быть существенным, порой антагонистическим, может быть ничтожным, но оно совершенно неизбежно, так как наследственные особенности организма не могут быть одинаково хорошо подогнаны к любым вариантам внешней среды, даже если эта среда столь однородна и постоянна, как глубины океана. Это противоречие снимается фенотипическими реакциями животных: любой конкретный организм—это реализация наследственной программы развития, прокорректированной фенотипическими реакциями. Таким путем устанавливается соответствие наследственных требований организма с конкретными условиями существования. Возникающее в процессе развития животного противоречие разрешается на уровне организма. Однако этот путь разрешения одного из ведущих противоречий в развитии живой природы (генотип—среда) в свою очередь чреват новыми противоречиями.

Среда канализирует развитие в пределах, ограничиваемых генотипом. Можно допустить (некоторые специальные исследования это подтверждают), что существенное отклонение фенотипа от запрограммированного генотипом оптимального развития сопряжено с добавочными тратами энергии (принцип оптимального фенотипа) и, возможно, ведет к снижению эффективности физиологической работы. Поэтому даже незначительное отклонение условий развития, последствия которых легко могли бы быть устранены фенотипическими механизмами, снижают степень приспособленности организма к условиям существования (даже если в результате фенотипических реакций его морфофизиологические особенности будут в совершенстве «пригнаны» к конкретной среде обитания). Выход из противоречия — стабилизирующий отбор, «имитирующий» фенотипические реакции генетическими механизмами. Вот почему развитый И. И. Шмальгаузен принцип стабилизирующего отбора можно отнести к числу фундаментальных открытий современной биологии. Однако стабилизирующий отбор, как и иные формы естественного отбора, работает не с индивидами, а с популяциями. Отсюда следует, что ведущее противоречие в развитии организма в конечном итоге разрешается на популяционном уровне. Этот вывод, к которому мы пришли на основе теоретического анализа проблемы, вытекает также из анализа конкретных наблюдений. Организм не может быть одновременно большим и маленьким, черным и белым, мигрантом и оседлым, скороспелым и созревающим медленно. Эти и бесчисленное число аналогичных свойств животного не могут быть совмещены в пределах организма или их совмещение ведет к снижению эффективности физиологической работы (универсал всегда работает хуже специалиста), но для процветания вида все они оказываются необходимыми и совмещаются в популяции (биологическая разнородность популяции, основанная на генетических и фенотипических механизмах). Жизнь вида в форме популяции снимает, таким образом, противоречие между специализацией и универсализацией, обеспечивая помехоустойчивость живых систем, их способность к быстрой перестройке, к быстрому приспособлению к изменению условий среды. Поэтому ис-

следование различных проявлений биологической разнородности популяции (и ее изменчивости в пространстве и во времени) имеет первостепенное значение для познания глубинных связей биологических явлений.

Анализ взаимосвязи биологических явлений, протекающих на организменном и популяционном уровне, способствует решению и другой важнейшей теоретической задачи — определению роли необходимости и случайности в развитии живого мира. При решении этой задачи исключительное значение имеет известное положение классиков марксизма-ленинизма, согласно которому необходимость пробивает себе путь через поток случайностей. «То, что утверждается как необходимое, слагается из чистых случайностей, а то, что считается случайным, представляет собой форму, за которой скрывается необходимость»<sup>5</sup>. Анализ показывает, что явления случайные на уровне организма «утверждаются» на уровне популяционном как необходимые.

Основная движущая сила эволюции—преобразование популяций на основе естественного отбора. Материал для отбора создается в результате мутирования—процесса по природе случайного. Если даже дальнейшие исследования покажут, что мутирование не является вполне случайным процессом и зависит как от особенностей генотипа, так и от конкретных физиологических особенностей отдельных организмов, то представление о громадной роли случайности (не исключительной, но громадной) в процессе накопления исходного материала для отбора несомненно сохранится. Однако, признавая ведущую роль случая в накоплении исходного генетического материала, было бы преждевременным постулировать доминирующую роль случайности в эволюции. Так как эффект каждого отдельного гена зависит от общих свойств генома, а последние, в свою очередь, определяются общепопуляционным генофондом, формирующимся под влиянием естественного отбора (олицетворение необходимости), то законно прийти к выводу, что событие, случайное на уровне клетки и организма, приводит к неслучайному эффекту на уровне популяционном. Здесь нет возможности входить в обсуждение деталей этого диалектического процесса, достаточно подчеркнуть, что он может быть проиллюстрирован многочисленными примерами. Не будет пустой метафорой следующее утверждение: природа избрала единственно правильный (единственно возможный) путь использования необходимости и случайности. Если бы эволюция была строго детерминированным процессом, который, естественно, руководствовался бы лишь нуждами сегодняшнего дня, то возникающие формы были бы лишены пластичности, оказались бы бессильными перед любыми новыми условиями. Столь же естественно, что эволюция, основанная на ничем не ограниченной случайности, не могла бы привести к столь совершенной приспособленности, которая наблюдается в действительности. Интеграция организмов в популяции явилась кардинальным путем разрешения противоречия между случайностью и необходимостью в развитии живой природы.

И в данном случае вывод, вытекающий из философского рассмотрения наиболее общих биологических явлений, приводит к совершенно конкретным заключениям, касающимся исследовательской практики биолога.

Биологи уже давно научились исследовать процессы жизни в их динамике. Генетики накопили большой материал, характеризующий динамику генофонда природных и экспериментальных популяций. Динамика экологической структуры популяций столь же детально изучена экологами. Теоретический анализ показывает: настало время для синтеза этих

---

<sup>5</sup> Ф. Энгельс, Людвиг Фейербах и конец классической немецкой философии, стр. 38.

исследований, для изучения изменчивости генетического состава популяций (в том числе изменчивости самого процесса мутирования) на фоне динамики их экологической структуры. Есть основания надеяться, что подобные исследования не только помогут получить представление о конкретном проявлении необходимости и случайности в эволюционном процессе, но и разработать пути управления им. На этом пути задачи большой практики сливаются с задачами наиболее общей теории, находящейся на грани биологии и философии.

Признавая единство случайности и необходимости законом развития живой природы, мы, естественно, приходим к выводу о необходимости тщательного изучения тех механизмов, которые создают предпосылки для реализации этого единства. Важнейшая из этих предпосылок—биологическая разнородность популяции. Только в биологически разнородной популяции случайные изменения наследственных свойств организмов имеют шанс закрепиться, войти в уже сбалансированный генофонд и в нужный момент (в связи с изменением условий среды) послужить основой формирования новых приспособительных особенностей животных. Отсюда следует, что популяция, подобно организму, должна «учитывать» не только нужды сегодняшнего дня, но и перспективы будущего развития. Индивид должен выжить и оставить потомство, популяция должна выжить и сохранить способность к дальнейшим преобразованиям. Этому требованию удовлетворяет способность популяции поддерживать биологическую разнородность даже на основе обедненного генофонда и ее способность свести к минимуму обеднение генофонда даже при резком снижении численности. Позволим себе в качестве иллюстрации ограничиться описанием результатов наших исследований, проведенных совместно с О. А. Пястоловой, на остромордой лягушке. В последние годы разными авторами были получены интереснейшие данные, которые показали, что не только в зависимости от внешних условий, но и в зависимости от плотности популяций скорость роста и развития личинок амфибий резко изменяется. Было показано, например, что головастики всех исследованных видов лягушек выделяют вещества (химическая природа их до сих пор детально не изучена), которые тормозят развитие большей части животных. Наши исследования показали, что в определенных условиях существования быстрое повышение плотности экспериментальной популяции резко тормозит рост, но столь же резко увеличивает и скорость развития животных. Нам удавалось получать вполне жизнеспособных лягушек, прошедших полный метаморфоз (от икры до сеголетка) в течение 25—30 дней. Их морфофизиологические особенности оказались в высшей степени специфичными: вес — в 5—6 раз меньше, чем у «нормальных» сеголеток (около 100 мг), малый вес печени, исключительно длинный кишечник, повышенная способность к одновременному потреблению большого количества пищи (до 30% к весу тела) и т. п. Эти опыты делают понятным, что в зависимости от конкретных условий развития, складывающихся в разных водоемах (в том числе и в мелких водоемах, отделившихся от основного водоема при его пересыхании), даже на сходной генетической основе формируются животные совершенно разных морфофизиологических свойств, обеспечивая тем самым поддержание биологической разнородности популяции. Не менее важно, что те же механизмы, которые увеличивают фенотипическую разнородность популяции, содействуют и поддержанию максимальной генетической разнородности. При совместном содержании крупных и мелких головастиков рост и развитие последних задерживаются. В описываемых исследованиях эксперименты были поставлены таким образом, чтобы установить, различают ли головастики своих братьев от головастиков, полученных из других кладок. Все варианты опытов, проведенных на остромордой лягушке, дали совершенно одинаковый результат: ингибиторы развития.

выделяемые крупными головастиками, оказывают более сильное тормозящее действие на развитие генетически родственных животных. Результаты этих опытов, кажущиеся парадоксальными, биологически понятны. Они показывают, что ухудшение условий существования приводит к снижению числа закончивших метаморфоз особей, но опасность одновременного снижения генетической их разнородности сведена к минимуму. Следует добавить, что в возникновении описанных реакций популяции на изменение условий среды ведущую роль должен был играть межпопуляционный (или межгрупповой) отбор.

Эти исследования так же, как и многие другие, проведенные на разных группах организмов, ясно показывают, что эволюция не сводится к эволюции морфофизиологических свойств разных видов и групп животных и растений (не сводится к филогенезу). Принципиальное значение имеет и эволюция специальных механизмов, обеспечивающих консолидацию индивидов в популяции — системы биологической интеграции более высокого ранга. Общепопуляционные свойства вида определяют в конечном итоге эффективность действия основных факторов эволюционного процесса. Отсюда следует, что изучение популяционных свойств разных видов животных и растений, которое и до настоящего времени рассматривается как интересная, но частная задача экологов, имеет принципиальное теоретическое значение.

Интеграция индивидов в популяции снимает ряд существенных противоречий в развитии жизни на организменном уровне. Сложная экологическая и генетическая структура популяции повышает жизнеспособность вида, повышает его способность приспосабливаться к постоянно изменяющимся условиям среды. Высшие формы интеграции живой материи — биогеоценозы, являющиеся по существу интеграцией видовых популяций в сложнейшие системы, трансформирующие солнечную энергию в бесконечно разнообразные формы жизни, обеспечивают непрерывность миграции вещества и энергии в биосфере, обеспечивают в конечном итоге вечность жизни. При сопоставлении биологических систем разных уровней интеграции (клетка — организм — популяция — биогеоценоз) обращает на себя внимание важная закономерность, заслуживающая рассмотрения с наиболее общих позиций. Суть этой закономерности заключается в следующем: с интеграцией живых систем в «биологические коллективы» более высоких рангов полнота использования биологических ресурсов повышается, но коэффициент их полезного действия (коэффициент использования энергии) падает. Хорошо известно, что живые организмы решают стоящие перед ними «технические» задачи с громадным коэффициентом полезного действия. Даже такая сложнейшая задача, как прямое превращение химической энергии в механическую, решается на уровне мышечного волокна с коэффициентом полезного действия, превышающим 50%. КПД биологических макросистем неизмеримо ниже. Высшая система интеграции живых систем — биогеоценоз работает с крайне низким КПД (в среднем КПД использования солнечной энергии даже эффективно работающих биогеоценозов не превышает 0,1—0,2%). Мне кажется, что в данном случае мы сталкиваемся с интереснейшим парадоксом развития живой природы: величайшая эффективность использования энергии на низших уровнях интеграции (биохимические процессы, протекающие в отдельных органах и тканях) и крайне низкая эффективность использования энергии в биогеоценозах в целом.

Мы отдаем себе отчет в том, что иной подбор примеров дал бы менее существенные различия между коэффициентами использования энергии клеткой и биогеоценозом, но он не повлиял бы на наши конечные выводы. Даже отдельный орган работает с неизмеримо меньшей эффективностью, чем слагающие его клетки, так как организм не может одновременно мобилизовать все имеющиеся в его распоряжении клетки (лучший пример — работа мышц и почек), с еще меньшей эффектив-

ностью (в рассматриваемом отношении) работает организм в целом. Мы сталкиваемся с поразительным, внешне парадоксальным явлением — прогресс сопровождается регрессом. На любом уровне интеграции жизни морфофизиологический прогресс связан с совершенствованием гомеостатических реакций. Чем более совершенны эти реакции, тем выше способность организма поддерживать стабильное существование в изменяющихся условиях среды. При этом совершенствование гомеостаза основано на совершенствовании реакций организма на изменение внешних условий. Диалектика развития здесь проявляется очень ясно: чем более чутко и точно реагирует организм на изменение внешних условий, тем выше его способность поддерживать постоянство внутренней среды при изменении среды внешней, тем более он автономен по отношению к внешней среде. Чем совершеннее гомеостаз, чем выше способность организма противостоять внешним влияниям, тем более чувствительным является подобный организм к любым изменениям его внутренней среды. Отсюда вытекает важнейшее биологическое следствие: чем совершеннее организм как гомеостатическая система, тем большее количество энергии он вынужден расходовать на сохранение постоянства внутренней среды. Вспомним, что высшие гомотермные животные нередко тратят в десятки раз больше энергии на поддержание температуры тела, чем непосредственно на поддержание жизнедеятельности. В аналогичных условиях пойкилотермное животное понизит температуру тела и снизит уровень обмена.

Таким образом, одно из главных противоречий в развитии природы на высших уровнях интеграции живой материи заключается в том, что совершенствование гомеостатических реакций, делающее организм относительно независимым от колебаний внешних условий и создающее тем самым предпосылки для формирования наиболее высоких с морфофизиологической точки зрения форм, способных с величайшим совершенством реагировать на малейшие изменения во внешней среде (этот путь привел в конечном итоге к появлению разумных существ: разум—высшее проявление способности организма целесообразно реагировать на внешнюю среду), сопровождалось снижением коэффициента использования энергии.

При интеграции организмов в популяции КПД использования энергии снижается еще более; к расходам на поддержание нормальной жизнедеятельности слагающих популяцию организмов добавляются расходы, связанные с необходимостью поддерживать оптимальную структуру популяции. Достаточно вспомнить, что разделение всего животного мира на два пола может служить иллюстрацией вынужденной расточительности природы, которая определяется необходимостью поддерживать генетическую разнородность популяции, необходимостью поддерживать популяцию в состоянии постоянной мобилизационной готовности. Не случайно, видимо, когда условия позволяют пойти на риск снижения генетической разнородности популяции, возникают партеногенетические формы даже у высших животных. Естественно, что это лишь один из источников падения коэффициента использования энергии при интеграции организмов в популяции.

При сложении популяций в биогеоценозы «непроизводительные» траты энергии возрастают, так как поддержание круговорота энергии и вещества возможно лишь благодаря совместной жизнедеятельности продуцентов, консументов и редуцентов. «Растрата» энергии при переходе от низших трофических уровней к высшим неизбежна. Совокупность указанных явлений приводит в конечном итоге к тому, что прогрессивное использование живыми существами ресурсов Земли (следствие морфофизиологического прогресса отдельных форм и сложения организмов в системы более высоких уровней интеграции) сопровождается снижением эффективности использования энергии.

Это диалектическое противоречие в развитии жизни на Земле создает основу для оптимизма. Благополучие человека в конечном итоге определяется биологической продуктивностью нашей планеты. Познавая глубинные законы, которые управляют этой продуктивностью, современный биолог получает возможность создания биологических комплексов более производительных, чем естественные биогеоценозы, не снижая их биологической стабильности.

---

## DIALECTICS OF DEVELOPMENT AT THE LEVELS OF ORGANISM AND POPULATION

S. S. SCHWARTZ

*Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Division  
of the Academy of Sciences of the USSR (Sverdlovsk)*

### Summary

The ideas of V. I. Lenin concerning the correlation between the phenomenon and the law, the essence and the unessential, the necessity and the casualty allow a deeper comprehension of the causes and mechanisms of «self-movement» of the living matter. The latter is based on the internal contradictoriness of any adaptations and any evolutionary transformations of animals. From this viewpoint is analyzed the correlation between the following notions and phenomena: specialization — universalization, genotype — environment, genotype — phenotype, specimen — population, population — biogeocoenosis. The main conclusions: most important contradictions arising at the organismic level of life integration are solved at the level of populations; events, casual at the cellular or organismic level, cause non-casual consequences at the level of population; evolution is a strictly determined process based on the transformation and integration of casual events; increase in the level of organization and perfecting of homeostatic reactions lead to the continuous enrichment of the biosphere but decrease the effectiveness of use of energy by separate systems and their community. The cognition of the dialectics of these phenomena opens a way of their control.