

МІХЄЄВ О. М.

*Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України,
Україна, 03143, м. Київ, вул. Академіка Заболотного, 148, ORCID: 0000-0003-4763-4169, e-mail:
mikhalex7@yahoo.com, (067) 890-31-05*

ЕВОЛЮЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ І НАПРЯМОК ЕВОЛЮЦІЇ

У статті дано визначення еволюційного потенціалу, як запасу ресурсів (субстратних, енергетичних та інформаційних) системи еволюціонування і як того, що може бути «вироблено» цією системою за допомогою поточних запасів під впливом різних факторів. Стосовно еволюційних процесів виділяється еволюційний потенціал функціонування (стійкості, толерантності) виду та еволюційний потенціал його розвитку. З погляду можливостей (потенціалу) переходу виду в нову форму (новий вид) слід говорити про поліпотентні та уніпотентні (монопотентні) види, що, ймовірно, залежить і від потенціалу еконіші, що займається (або освоюється). Поліпотентні види шляхом дивергенції дають початок декільком видам, а монопотентні трансформуються у новий одиничний вид, коли еволюційна гілка не розщеплюється. Розглянуто зв'язок еволюційного потенціалу з еволюційною спрямованістю, яку пропонується розуміти не лише (і не стільки) як реалізацію внутрішніх процесів (механізмів), але і як наслідок впливу зовнішніх факторів, що підлаштовують «під себе» організм. У наборі потенційних напрямів мінливості може не виявитися потрібного (адаптивного) варіанта. Звертається увага, що елемент випадковості певною мірою нівелює номогенетичний характер еволюції. З іншого боку, спрямованість еволюції до певної міри зменшує еволюційний хаос, успішність чого найбільше виявляється у когнітивній еволюції Людини.

Ключові слова: еволюційний потенціал, спрямованість еволюції, адаптація, доцільність.

Безсумнівним є той факт, що в біологічних системах, які онтогенетично або еволюційно розвиваються, немінучі зміни (модифікації), що зумовлюють певний рівень варіабельності значень їх морфофункціональних параметрів. У разі онтогенезу це зазвичай соматичні мутації та / або відхилення, не пов'язані з мутаційним процесом. Мутації статевих клітин можуть передатися у спадок і популяція, таким чином, стає на еволюційний (точніше, мікроеволюцій-

ний) шлях. Зрозуміло, придбані в онтогенезі індивіда властивості впливають на його потомство і навіть можуть генетично асимілюватися [1]. Очевидно, що у всіх згаданих явищах проявляється певний потенціал, який у разі еволюційних подій називатимемо еволюційним потенціалом (ЕП). Враховуючи наявність зовнішніх і внутрішніх модифікуючих (стресуючих) факторів різного ступеня організованості та випадковості, виникає закономірне питання: Наскільки спрямовані, передбачувані результати реалізації ЕП? Чи можна, наприклад, спрогнозувати напрямок еволюційних змін на мікрота макроеволюційних рівнях? Чи зможуть, наприклад, слони, еволюційно трансформуючись (або навіть онтогенетично), набути здатності літати? Яка еволюційна перспектива наявних на цей момент видів, скажімо, шимпанзе? Який ЕП людиноподібних мавп та Людини розумної? Чи мають спрямованість дії внутрішні й зовнішні фактори, що детермінують мінливість? І взагалі, чи застосовні поняття задатки, можливості, потенціал до еволюційного процесу? Іншими словами, чи можна змістовно міркувати про ЕП, тобто. про те, які еволюційні резерви мінливості існують для конкретного виду чи таксону вищого рангу? Ряд подібних питань можна множити, але, очевидно, спочатку слід дати загальне визначення потенціалу, точніше, потенціалу мінливості. Отже, потенціал – характеристика здатності системи змінюватися загалом і змінюватися у певному напрямі. Щодо біологічних систем, ймовірно, слід говорити про характеристику здатності до невизначеної та певної мінливості. У Вікіпедії ми бачимо подібне визначення: потенціал – сукупність всіх можливостей, засобів у певній сфері. Зазначена характеристика саме полягає в оцінці набору шляхів зміни системи. У разі біологічних – у процесі еволюції.

Безперечно, що види кількісно та якісно змінюються разом зі своїми еконішами. Тому питання про ЕП слід ставити так: «Який потенціал мінливості системи «популяція – еконіша» чи «спільнота – ценоз»?». Очевидно також, що

© МІХЄЄВ О. М.

слід говорити про потенціал мінливості структури та функції й про ієрархічність потенціалу мінливості. Зрештою, йдеться про тотипотентність (поняття тотипотентності, мультипотентності та плюрипотентності тісно пов'язані з поняттями «потенція до розвитку» та «детермінація») виду.

Таким чином, про потенціал слід говорити, як про запас ресурсів (субстратних, енергетичних та інформаційних) системи та як про те, що може бути «вироблено» цією системою за допомогою наявних запасів під впливом різних факторів, що роблять видимими ці «запаси». Ймовірно, слід також говорити про доступ до зовнішніх і внутрішніх ресурсів системи за рахунок її взаємодії із середовищем. Наприклад, можна розглянути реалізацію морфогенетичного (точніше, морфофункціонального) потенціалу (ємності) геному, що важливо з практичного погляду, особливо при використанні генетично модифікованих об'єктів. Досвід біологічних наук показує, що такий потенціал у разі розгляду онтогенезу реалізується, по-перше, на основі передіснуючих речових, енергетичних та інформаційних запасів (ресурсів) зародкових клітин (преформаційний потенціал), і, по-друге, шляхом *de novo* поповнюваних запасів, що забезпечується механізмами на епігенетичних рівнях (епігенетичний потенціал).

Визначення фізиками потенційної енергії системи, як енергії, яка може виділитися для здійснення певного обсягу роботи, наводить на думку про можливість говорити також про субстратний («речовий», «субстанційний») та інформаційний (організаційний, формо- та функціоутворюючий) потенціал, як необхідно присутніх складових (включаючи згаданий енергетичний) єдиного потенціалу мінливості системи. Так, Ю. А. Урманцев говорить про сім можливих способів перетворення систем за рахунок комбінування зміни числа, якості та відносин її елементів [2].

Якого роду роботу може зробити система і над ким? Над собою? Над оточенням, наприклад, над еконішею? Справді, перетворення – це робота, яка потребує витрат речових, енергетичних та інформаційних ресурсів. Але про яку роботу слід говорити у разі реалізації еволюційного потенціалу, як здатності здійснювати еволюційну «роботу»: про самоперетворення системи популяції чи еконіш або одночасно й того й іншого? Зрештою, проблема потенціалу – проблема прогнозування, тобто проблема зміс-

товної оцінки детермінації майбутнього минулим та / або сьогоднішнім. Як далеко може простягатися еволюційне прогнозування, тобто оцінка ЕП у короткостроковій та / або довгостроковій перспективі? Безсумнівно, що проблема еволюційного потенціалу має бути предметом дослідження еволюційної футурології.

Саморозвиток є процесом використання запасів (потенціалів, ємності) системи та одночасно поповненням (загалом – зміною) обсягу цих запасів. Дійсно, важливо відзначити, що розвиток відбувається у вигляді реалізації потенціалу, що саморозвивається. Іншими словами, потенціал не тільки реалізується за відповідних зовнішніх і внутрішніх умов, а й розвивається, поповнюється якісно та кількісно. З цієї точки зору всю Природу слід розглядати як результат реалізації її потенціалу, що саморозвивається. Зрозуміло, абсолютного саморозвитку не існує і навіть системі, що саморозвивається, доводиться вдаватися до субстратних, енергетичних та інформаційних ресурсів зовнішнього середовища. Крім цього, розвиток (саморозвиток) може бути як прогресивним, так і регресивним, альтруїстичним та егоїстичним. Повертаючись до ЕП, слід припустити існування егоїстичного та альтруїстичного варіантів перетворення популяції чи інших рівнів організації екосистем. Наприклад, Людство, пишаючись своїм саморозвитком, мабуть, йде шляхом реалізації (і, на жаль, розвитку) саме егоїстичної форми потенціалу, тобто шляхом егоїстичного саморозвитку.

Чи завжди нарощування потенціалу (арсеналу можливостей) має адаптаційну спрямованість? Ймовірно, ні, оскільки до числа можливих варіантів мінливості можуть входити і ті, що не сприяють виживанню. Зрозуміло, частину реалізованих можливостей можна зарахувати до адаптаційних. Їх зазвичай називають преадаптаційними. Онтогенетична та еволюційна преадаптація є основою потенціалу, що забезпечує стійкість. Адаптаційний потенціал завжди преадаптаційний, оскільки в конкретний момент може бути і не затребуваний. Причому, організми (популяції) можуть бути властивістю-ресурси-ємності, що раніше взагалі не використовувалися, тобто своєрідні ретро та *de novo* компоненти преадаптації.

Вочевидь, слід розрізняти потенціал, як оцінку ємності, запасу забезпечення поточної стійкості функціонування, і потенціал, як оцінку здатності до розвитку (перетворення, трансформації), тобто розглядати його як потенціал роз-

витку. Що стосується еволюції – це або здатність до сталого існування виду або як здатність до власне еволюційного перетворення. Іншими словами, стосовно еволюційних процесів, очевидно, слід виділяти еволюційний потенціал функціонування (фактично, стійкості, толерантності) виду та еволюційний потенціал його розвитку (мікроеволюційного, насамперед). У зв'язку з цим, може має сенс говорити про зону еволюційної толерантності (забезпечуваної потенціалом стійкості) за аналогією із зоною екологічної толерантності [3].

Таким чином, потенціал стійкості функціонування (існування, потенціал-1) – це можливість, наявні ресурси («сила», енергія тощо), способи, які можуть бути використані і фактично використовуються для забезпечення самого по собі існування системи; потенціал розвитку (потенціал-2) – наявна в системі можливість розвиватися, змінюючи тим самим (на краще або гірше) те, чим характеризується потенціал-1. Виявитися це може в онтогенетичному (наприклад, морфо- та функціогенезі) або в еволюційному розвитку. Наприклад, Людство як біологічний вид, ймовірно, характеризується найбільшим потенціалом розвитку. Важливо також зазначити, що з Людства онтогенез збігається з його еволюцією.

З точки зору можливостей (потенціалу) переходу виду в нову форму (новий вид) слід говорити про поліпотентні та уніпотентні (монопотентні) види, що, ймовірно, залежить і від потенціалу еконіші, що ним займається (або освоюється). Поліпотентні види дають шляхом дивергенції початок декільком видам, фактично зникаючи («розчиняючись») у нових видах, а монопотентні трансформуються на новий одиничний вид, коли гілка еволюційна не розщеплюється, тобто коли в конкретні еволюційні односпрямовані перетворення включаються всі нащадки відповідного загального предку. З цієї точки зору, цікаво було б з'ясувати, до якого типу видів належить Людина – монопотентна чи поліпотентна?

Поліпотентні види демонструють адаптивну радіацію, тобто процес, у якому популяції, які представляють один вид, диференціюються, утворюючи безліч нових форм, особливо у разі, коли в результаті зміни довкілля виявляються доступними нові екологічні ніші (нові види їжі, виникають нові перешкоди життю організмів та ін.). Цей процес починається з одного найближ-

чого загального предку і призводить до утворення цілого ряду нових видів.

Реалізація онтогенетичного потенціалу, очевидно, починається з реалізації генетичного потенціалу як комплексу спадкових задатків (преформ), що забезпечують первинні етапи розвитку організму (морфо-функціогенез), поточне функціонування та відновлення пошкоджених структур у процесі функціонування. Реалізацією цього потенціалу процес не закінчується, оскільки на його основі формується багаторівневий епігенетичний потенціал – система рівнів негенетичного спадкування (аж до культурно-меметичного). Прикладом останнього може бути біохімічний потенціал. Генетичний потенціал може реалізуватись навіть, наприклад, у рослинному організмі малого розміру, тобто в ефемероді. При цьому, очевидно, що біохімічний потенціал організму та всі інші його потенціали будуть реалізовані далеко не повною мірою. І так само з іншими потенціалами з ієрархічно влаштованого набору епігенетичних потенціалів. Важливо, що діапазон «реалізованості – нереалізованості» (тобто діапазон мінливості) епігенетичних потенціалів постійно зростає із підвищенням епігенетичного рівня. Особливо великий діапазон «реалізованості – нереалізованості» спостерігається у соціального потенціалу індивіда – від рівня розвитку Мауглі до Лауреата Нобелівської премії.

Стосовно ЕП, коли йдеться про потенціал реалізації (потенціал-1) і потенціал розвитку (потенціал-2) ситуація виглядає наступним чином. У реалізації еволюційних і революційних («швидкоеволюційних») потенціалів розвитку беруть участь усі рівні – починаючи з генетичного та закінчуючи безліччю епігенетичних. Зміна (нарощування чи втрата) генетичного потенціалу забезпечується мутагенезом, а епігенетичного – генетичною асиміляцією епігенетичних «знахідок» (епімутацій) у різних умовах існування популяції. Залишається відкритим питання: Чи відрізняються потенціал-1 та потенціал-2 в еволюційних процесах?

Зв'язок еволюційного потенціалу з еволюційною спрямованістю розглянемо на прикладі теорії номогенезу Л. С. Берга, основна ідея якої полягає в обґрунтуванні закономірного, спрямованого, ортогенетичного характеру еволюційного процесу, що протилежно уявленню Ч. Дарвіна про випадковість, необмеженість (нескінченний потенціал мінливості?) і невизначеність мінливості [4]. У структурі теорії

номогенезу виділяють два вихідні постулати: постулат початкової доцільності та постулат мозаїчності будови особин [5]. На думку Л. С. Берга біологічна еволюція є розгортанням вже існуючих задатків. Зрозуміло, важко уявити нескінченний обсяг «передбачуваних задатків», щоб забезпечити практично нескінченний (у чому переконані еволюційні біологи) еволюційний процес. Іншими словами, очевидно, що одним преформаційним механізмом тут не обійтись. Йде постійне оновлення преформаційної програми внаслідок мутаційних та епімутаційних процесів. Якщо припустити певну каналізованість («спрямованість») мутаційного процесу, що відбиває, наприклад, спрямованість (специфічність) генної регуляції (епігенетичний рівень), то можна було б «примирити» уявлення Дарвіна і Берга про характер мінливості. Мутації, справді, випадкові (аргумент на користь Дарвіна), але їхня різноманітність, спектр обмежується рамками, що задаються конкретними зовнішніми та внутрішніми умовами функціонування, регуляції геному (аргумент на користь Берга). Очевидно, що еволюційний потенціал слід розглядати як характеристику загальної здатності до морфо-функціональної мінливості, і тоді спрямованість змін є реалізацією частини потенціалу, оскільки конкретні умови (фактори, «ландшафти» тощо) створюють умови лише для реалізації обмеженої кількості модифікацій. З цієї точки зору, варто було б говорити про постулат початкової потенційності або просто про потенціал різноманітності, доповнивши його постулатом Л. С. Берга про початкову доцільність, який має бути доповнений ще постулатом певної спрямованості процесу мінливості, що генерує різноманітність і, таким чином, забезпечує доцільність у конкретних умовах. Доцільність (фактично, адаптивність) живого розглядається сучасними еволюціоністами селектогенетичного («дарвінівського») штибу, як результат селективних процесів, коли доцільність формується (набувається, «стає»), а не передіснує. Тут, мабуть, маєтись на увазі, що спостерігається процес адаптаціогенезу, кінцевим етапом якого є пристосованість. Поняття початкової доцільності розцінюється цими еволюціоністами як телеологічне, тобто ненаукове. Наявність початкової доцільності означало б, що організми реалізують певну попередню потенцію до доцільності (адаптивності, оптимальності тощо). Очевидно, що це так і не так одночасно. З одного боку, певні потенції адаптивності до

нових умов, що стресують, безсумнівно, є, але вони можуть і не реалізуватися через відсутність необхідних умов. З іншого боку, селектогенетичний процес розширює діапазон мінливості, «підбираючи» необхідні варіанти адаптивності.

Теоретично можливі два варіанти джерел доцільності: вона може бути притаманною самому організму, або обумовлюватися надорганізменним, надприродним, містичним джерелом. Л. С. Берг, звичайно ж, допускав лише перший варіант пояснення, вказавши чотири можливі варіанти виникнення доцільності: 1) випадковістю (Ч. Дарвін); 2) результатом дії життєвої сили (віталізм); 3) результатом психічної (вольової) здатності організмів діяти з певними цілями; 4) як іманентна властивість живого, подібна, наприклад, до подразнюваності, скоротливості тощо (Берг, 1977). Поняття доцільності Л. С. Берг використовував у двох значеннях: 1) як здатність організмів реагувати на певний вплив, забезпечуючи необхідний рівень його компенсації, тобто. як здатність до відновлення вихідних значень параметрів життєдіяльності; 2) як вказівку на конкретну реакцію організму на дію будь-якого фактору, яка також, зрештою, забезпечує йому стійкість. Іншими словами, йдеться про доцільність і як про здатність, і як про конкретну реакцію. Видно, що різниця цих варіантів несуттєва. Важливіше інше в уявленнях Берга, який дивувався «... чому посилене виконання органом його функції повинно спричинити посилений приплив крові: адже це акт доцільний, який сам вимагає пояснення» (Берг, 1977) і вважав, що процеси саморегуляції або наявність кореляційних внутрішньоорганізменних зв'язків нічого не пояснюють, оскільки вони самі потребують пояснення, що, на його думку, неможливо зробити без визнання початкової доцільності (спрямованості) реагування. Виявляється, що Л. С. Берг не здогадувався (та й зараз мало хто здогадується) про існування гіперкомпенсаторних реакцій біологічних систем на стресові впливи, що ґрунтуються на інерційності (неточності) роботи систем відновлення (Михеєв, 2015), і створюють лише видимість «початкової доцільності». Крім цього, у цієї квазидоцільності має бути ціна, про що еволюційні біологи забувають.

Л. С. Берг (1977) також вважав, що «... приховане визнання принципу початкової доцільності живого полягає в основі теорії природного добору. Насправді, теорія ця спирається на

дали непояснювані початкові основи: 1) мінливості, 2) спадковості і 3) боротьби за існування ... якби не було мінливості, організм не міг би пристосовуватися до мінливих зовнішніх умов; якби не було спадковості, неможливо було б закріплення набутих ознак; нарешті, боротьба за існування передбачає наявність здатності до самозбереження». Справді, мінливість є іманентною сутністю всіх об'єктів дійсності та біологічних у тому числі. Вона завжди є. Інша річ, що вона може мати чи не мати певної спрямованості. Зокрема, спрямованість може забезпечуватися мутагенезом у генетичних локусах, які найактивніші у конкретних умовах існування, що потребують адаптації, і що підвищує ймовірність появи потрібних мутацій саме у «потрібних» локусах. Хоча у спадок можуть передаватися як корисні, так і шкідливі ознаки, а мінливість може призвести до виникнення як корисних, так і шкідливих ознак, все ж таки це слід розглядати як своєрідні «витрати» еволюційного процесу.

Критики теорії номогенезу вважали його варіантом теорії телеогенезу, тобто теорії розвитку на основі кінцевих цілей. Звісно ж, що доцільне (адаптивне) рішення потенційно завжди присутнє серед інших варіантів мінливості та ймовірність його використання може бути вищою за інші, оскільки все відбувається у конкретних умовах, але з цього не випливає, що організм спочатку прагне саме цього конкретного рішення, яке, знову ж таки, безперечно присутнє, але серед інших і ще невідомо, яке з них стане «початковим». Вже традиційно вважається, що невиправдано позначити послідовність явищ, що йдуть за певним явищем, словом «мета». Очевидно, що це цілком виправдано. Головне – не містифікувати це поняття.

Чарльз Дарвін визначальну еволюційну значущість надавав невизначеній (неспрямованій) мінливості, тобто мінливості ознак у всіх можливих напрямках (що, звичайно, неможливо в реальних умовах). Л. С. Берг вважав, що властивості та ознаки організмів змінюються відповідно до певної закономірності в конкретному напрямку. Насправді, ознаки змінюються і випадково і закономірно, тобто завжди в спектрі мінливості присутній елемент випадковості та спрямованості (закономірності). Зовнішні впливи, наприклад, фотони іонізуючого випромінювання, як правило, випадково «розсипаються» на генетичні локуси з різною («невипадковою») чутливістю, що обумовлено їх неоднаковою

транскрипційною активністю. Зрозуміло, в цьому випадку йдеться про соматичні клітини, які все ж таки можуть транслювати свій епігенетичний статус клітин статевим.

На думку Л. С. Берга спрямований характер змін детермінований переважно внутрішніми чинниками (і це зрозуміло, оскільки внутрішнім факторам організму легше було приписати спрямовуючу дію), які нібито «примушують» організм змінюватися у певному напрямку. Вплив зовнішніх чинників на утворення нових форм він не надавав суттєвого значення. І це дивно. Зрештою, все залежить від потужності («сили») та дози зовнішніх (та й внутрішніх) факторів-умов. Спрямованість слід розуміти не лише (і не стільки) як реалізацію внутрішніх процесів, але й як наслідок впливу зовнішніх факторів, що підлаштовують «під себе» організми. А далі вже спрацьовує (або не спрацьовує) набір потенційних напрямків мінливості, серед яких може й не виявитися потрібний (адаптивний) варіант. Наприклад, Л. С. Берг пояснював конвергенцію наявності загальних внутрішніх законів мінливості. Проте, її простіше пояснити подібністю «направляючого впливу» зовнішніх умов (наприклад, подібністю умов водного середовища), що змушують представників різних таксонів користуватися подібними (функціонально) адаптивними (і адаптуючими) механізмами. Хоча Л. С. Берг і визнавав, що організація є рівнодіючою впливів автономічних (внутрішніх) і хорономічних (зовнішніх, зумовлених «географічним ландшафтом») чинників, а в обох випадках організми адаптуються лише з урахуванням «внутрішнього регулюючого принципу» і, оскільки автономічний чинник вважається Бергом домінуючим, то розвиток йде у певному напрямі і навіть всупереч дії зовнішніх (хорономічних) факторів. Нам здається, що автономічний чинник слід трактувати ширше, саме, як сукупність всіх властивостей системи, які, безсумнівно, впливають на мінливість організму. Зрештою, мінливість – це спосіб вияву («візуалізації») внутрішніх властивостей системи. Таким чином, виходить, що спрямованість формується як внутрішніми, так і зовнішніми факторами, ступінь впливу яких може бути різним і може змінюватися, що дуже очевидно.

Один з видів біологічного потенціалу (АТ) – адаптаційний потенціал, що є можливістю зробити «біологічну роботу» у вигляді забезпечення стійкості до впливу екстремально високих рівнів факторів фізичної, хімічної або

біологічної природи. Чи існують АТ, які рятують вид від вимирання? Як можна виявити еволюційний потенціал? Якщо адаптуючі дози (АД) виявляють біологічний (морфо-функціональний) потенціал, то, ймовірно, існують АД, що виявляють еволюційний потенціал і потенціал еволюційного розвитку. Ймовірно, можна говорити про профілактику та терапію виду, тобто про вплив відповідними чинниками на еволюційному рівні-етапі. Чинник (загроза) будь-якої природи здатний виступити у ролі АТ. Чим вище рівень організації системи, то вище рівень організації необхідної АД.

Потенціал мінливості теоретично безмежний. Багато варіантів мінливості, як способів вирішення адаптивного «завдання», можуть, таким чином, бути доцільними (хоча й не максимально можливим чином, не абсолютно ефективними), проте присутні зовнішні і внутрішні сили, що задають (зрозуміло, певною мірою) спрямованість мінливості. Ще на етапі формування спектра мінливості існує певна спрямованість цього процесу. А з іншого боку, конкретні зовнішні та внутрішні умови дозволяють (або не дозволяють) реалізуватися тим чи іншим фор-

мам мінливості. Іншими словами, спрямованість існує як на етапі формування спектра мінливості, так і на етапі відбору. Мінливість та відбір спрямовані. Як і не спрямовані. Все певною мірою. Наприклад, дитина потенційно може вибрати будь-яку (практично) професію («безмежна мінливість»), але, з іншого боку, її вибір професії відбувається під впливом значущого для нього оточення (найчастіше – сім'ї), хоча, звичайно, можливий і досить випадковий вплив. Зрозуміло, організм може вибрати варіант мінливості, який у майбутньому виявиться не дуже перспективним варіантом з погляду виживання і вид вимре, не встигнувши (не зумівши) пристосуватися. Абсолютно доцільного «вибору» чи хорономічного впливу немає.

Який зв'язок еволюційного потенціалу (ЕП) і телеомічності, спрямованості еволюції? Немає нічого ідеального, а це стосовно проблеми ЕП означає, що елемент випадковості певною мірою нівелює номогенетичні зусилля еволюції. І, навпаки, її спрямованість намагається боротися з еволюційним хаосом, успішність якої найбільше проявляється у когнітивній еволюції Людини.

References

1. Golubovsky M. D. The epigene concept after 20 years. *Biopolym. Cell.* 1996. 12 (6). P. 5–24. doi: 10.7124/bc.000451.
2. Von Bertalanffy L. The History and Status of General Systems Theory. *Academy of Management Journal. Academy of Management.* 1972. Vol. 15 (4). P. 407–426. doi: 10.5465/255139.
3. Adamenko Y. A. O. Assessment of environmental impacts. Ivano-Frankivsk : V. P. Suprun, 2014. 284 p. [in Ukrainian]
4. Berg L. S. Nomogenesis of evolution determined by law. Cambridge : The V. I. T. Press, 1969. 477 p.

МІХНУЄВ О. М.

Institute of Cell Biology and Genetic Engineering of Nat. Acad. Sci. of Ukraine, Ukraine, 03143, Kyiv, Akad. Zabolotnoho str., 148

EVOLUTIONARY POTENTIAL AND DIRECTION OF EVOLUTION

The article defines evolutionary potential as a reserve of resources (substrate, energy and information) of an evolving system and as something that can be «produced» by this system using available reserves under the influence of various factors. In relation to evolutionary processes, the evolutionary potential of the functioning (stability, tolerance) of the species and the evolutionary potential of its development are distinguished. From the point of view of the possibilities (potential) for a species to transition into a new form (new species), we should talk about pluripotent and unipotent (monopotent) species, which probably depends on the potential of the eco-niche occupied (or mastered) by the species. Polypotent species give rise to several species through divergence, and monopotent species are transformed into a new single species when the evolutionary branch does not split. The connection between evolutionary potential and evolutionary orientation is considered, which is proposed to be understood not only (and not so much) as the implementation of internal processes (mechanisms), but also as a consequence of the influence of external factors that adapt the organism “to itself.” The set of potential directions of variability may not contain the desired (adaptive) option. Attention is drawn to the fact that the element of chance to a certain extent neutralizes the nomogenetic character of evolution. On the other hand, the direction of evolution to a certain extent reduces evolutionary chaos, the success of which is most manifested in the cognitive evolution of Man.

Keywords: evolutionary potential, direction of evolution, adaptation, expediency.