

# Human right to life and biotechnological interventions aimed at modifying human genome

*Право людини на життя та біотехнологічна діяльність, спрямована на внесення змін у геном людини*

Tatevik Kharatyan

## Key words:

*human right to life, modern biotechnology, human genome editing.*

## Ключові слова:

*право людини на життя, сучасні біотехнології, редагування геному людини.*

**Постановка проблеми.** Високотехнологічна діяльність людини у сфері сучасних біотехнологій та виникнення можливості здійснення біотехнологічних втручань у геном людини, використання людського генетичного матеріалу, ембріонів у науково-дослідних цілях зумовили виникнення низки серйозних проблем у сфері забезпечення основоположних прав людини, насамперед, права людини на життя та прав, тісно пов'язаних із ним. Дослідженню окремих аспектів цих проблем присвячені праці І.Х. Бабаджанова, О. Кашінцевої, М.К. Малєїної, Г.Б. Романовського, О.Ю. Рібакова, С.В. Тихонової, Ф. Фукуями та ін. Водночас кількість проблем та їх складність у цій царині зумовлюють необхідність подальшого їх дослідження задля забезпечення можливості їх розв'язання, зокрема за допомогою правових засобів.

**Метою** написання цієї статті є з'ясування проблемних питань, які постали у сфері забезпечення права людини на життя, тісно пов'язаних із ним прав у контексті здійснення біотехнологічної діяльності, спрямованої на втручання у геном людини, а також формулювання пропозицій щодо їх розв'язання.

**Виклад основного матеріалу.** Людство завжди прагнуло впливати на оточуючий світ і перетворювати його – рослини, тварини, ландшафти, цілі біосистеми і навіть погоду. Але сьогодні людина переходить до абсолютно нової фази своєї творчої діяльності, в якій матеріалом, сировиною та полем для експериментів є вона сама.

Розвиток сучасних біотехнологій фактично забезпечив виникнення можливості генетичного самоконструювання та самопроектювання людини. На сучасні біотехнології покладається надія досягнення значних позитивних зрушень у сфері підвищення якості життя та рівня здоров'я людей, зокрема подолання спадкових та інших хвороб. Сьогодні вони досягли такого рівня розвитку, що здатні пропонувати нові перспективні методи здійснення радикальних змін, спрямованих на так зване покращення людства, що зумовлює виникнення серйозних та складних проблем. Йдеться про можливість прямого втручання у геном людини, вирізання, заміну чи так зване виключення небажаних генів, що у перспективі може забезпечити оновлення та покращення природи людини. Удосконалення існуючих і пошук нових біотехнологічних методів та їх практичне застосування задля забезпечення створення покращених за різними параметрами людей, наприклад, людей із біотехнологічно зміненими фізичними показниками – більш сильних, стійких до хвороб і навіть старіння, знайшло вже підтримку на рівні політики окремих держав<sup>1</sup>. Припускається, що у найближчому майбутньому стане можливим вносити за допомогою сучасних біотехнологічних методів зміни до людського геному, що забезпечить створення надлюдей, які матимуть окремі очевидні переваги порівняно із звичайними людьми – підвищений імунітет до хвороб та зовнішніх деструктивних чинників, покращені інтелектуальні здібності, відсутність чи зменшену схильність до різноманітних девіацій у поведінці тощо. Водночас поспішне застосування для досягнення такого результату недосконалих технологій на основі неповних знань, яке сьогодні має людство про генетичні основи буття всього живого, може з більшою ймовірністю призвести до незворотних негативних наслідків, з високою ймовірністю трагічних.

<sup>1</sup> Opportunities in Biotechnology for Future Army Applications / National Research Council. Washington, DC: The National Academies Press, 2001. – p. 3.

Біотехнологічні втручання у геном людини та використання людського генетичного матеріалу спричиняють необхідність адекватного правового врегулювання такої діяльності, створення повноцінного механізму захисту низки прав людини – права людини на життя та інших, тісно пов'язаних із ним прав, передусім, права на повагу до людської гідності, права на охорону здоров'я, права на доступ до інформації, з урахуванням новітніх загроз, які постають у контексті здійснення такої діяльності.

Важливо враховувати й те, що під виглядом виправлення спадкових дефектів можуть здійснюватися різноманітні маніпуляції із геномом людини, які насправді матимуть на меті створення людей на замовлення («дизайнерських дітей», клонів). Правопорушення в зазначеній сфері будуть відрізнятися підвищеною небезпекою та латентністю. Досягнення рівня вільного конструювання людини на генетичному рівні може мати своїм результатом перетворення людини на товар, який будуть замовляти та виготовляти з наперед обумовленими фізичними та інтелектуальними характеристиками. Можна лише спробувати уявити, як далеко може зайти така практика та до чого призвести.

У контексті здійснення діяльності, спрямованої на втручання у людський геном, постає низка питань, зокрема: 1) хто і як буде визначати критерії для таких стандартизацій, покращень, удосконалень тощо; 2) як буде враховуватися бажання самих піддослідних підпасти під таку стандартизацію або покращення та чи достатньо буде лише їх бажання, враховуючи, що потенційні негативні наслідки можуть вийти далеко за рамки індивідуального масштабу; 3) як і для кого буде забезпечуватися право на доступ до інформації про внесені до геному конкретних людей зміни, спосіб їх внесення, потенційні та фактичні наслідки; 4) як буде забезпечуватися відслідковування наслідків внесення змін у геном людей (та наскільки можливо буде це здійснювати).

У ролі дієвого інструменту для універсалізації правової регламентації, утвердження єдиних підходів, принципів та алгоритмів діяльності у сфері застосування сучасних біотехнологій має виступати міжнародне правове регулювання, оскільки така діяльність стосується не лише внутрішньої політики окремих держав, а зумовлює подальший напрямок розвитку всього людства. З огляду на серйозні потенційні ризики та небезпеки, які становить діяльність із втручання у геном людини, що має результатом внесення до нього змін та з високою ймовірністю може призводити до їх подальшого успадкування, такі дії заборонені у ряді країн, зокрема у Бразилії, Коста-Риці, Ісландії, Королівстві Норвегія, Фінляндській Республіці, Федеративній Республіці Німеччина, Французькій Республіці, Швейцарській Конфедерації.

Разом із тим, у 2015 році Великобританія стала першою у світі країною, яка дозволила для запобігання серйозним успадкованим захворюванням «отримувати» за допомогою екстракорпорального (штучного) запліднення та інших спеціальних технологій дітей від трьох батьків. Противники узаконення такої практики наголошували на передчасності та небезпеках її упровадження, посилялись на брак клінічних випробувань, звертали увагу на проблему «дизайнерських дітей» та стверджували, що відповідні зміни до Акту про запліднення та ембріологію людини 2008 року Великобританії суперечать людській гідності<sup>2</sup>. У терапевтичних цілях, з метою уникнення спадкового захворювання, вже було успішно здійснене штучне комбінування спадкового матеріалу від трьох батьків для отримання одного ембріона, і перша така дитина народилася 6 квітня 2016 року<sup>3</sup>.

Широку популярність зараз отримали нещодавно розроблені біотехнологічні методи, що базуються на системі CRISPR (CRISPR/Cas) та здатні забезпечити активування й інгібування (пригнічення) генів, а також покликані на генетичному рівні «виправляти» мутації, які призводять до виникнення хвороб<sup>4</sup>. З появою такої технології, між іншим, активізувалися дискусії про етичність практики втручання в геном людини, а також про небезпеки, які становить така діяльність. Вчені заявляють про численні небезпеки та ризики, які становить використання вищезгаданих методів та наголошують, що CRISPR – потужний, ефективний та надійний інструмент для редагування генів будь-якого організму, а це, окрім дискусії про допустимість редагування людських ембріонів, породжує й багато інших етичних проблем, які стосуються не лише лю-

<sup>2</sup> Knapton S. Three-parent babies: House of Lords approves law despite fears children could be born sterile. // The Telegraph: February 24, 2015 [Electronic resource]. – Mode of access : <http://www.telegraph.co.uk/news/science/science-news/11432058/Three-parent-babies-House-of-Lords-approves-law-despite-fears-children-could-be-sterile.html>

<sup>3</sup> World's first baby born with new "3 parent" technique // New Scientist: September 27, 2016. [Electronic resource]. – Mode of access : <https://www.newscientist.com/article/2107219-exclusive-worlds-first-baby-born-with-new-3-parent-technique>

<sup>4</sup> Scott A. D., Zhang F. Implications of human genetic variation in CRISPR-based therapeutic genome editing // Nature Medicine. – 2017. – Vol. 23. – P. 1095-1101 [Electronic resource]. – Mode of access : <http://www.nature.com/nm/journal/vaop/ncurrent/full/nm.4377.html>

дини, але й пов'язані з безпекою інших біологічних видів та довкілля<sup>5</sup>. CRISPR у контексті забезпечення можливості внесення змін до геномів не є проривною технологією, але має низку суттєвих переваг порівняно з попередньо розробленими аналогічними технологіями (TALENs, ZFNs), які потребували більших матеріальних і часових витрат, були менш точними та технічно більш складними. Як стверджують науковці, будь-яка стандартна лабораторія молекулярної біології може зараз займатись редагуванням генів або цілих геномів багатьох організмів<sup>6</sup>. Розширення можливостей редагування геномів свідчить про нагальну потребу адекватної регламентації застосування вказаних технологій. Вкрай небезпечною є можливість використання CRISPR/Cas у неправомірних, насамперед злочинних, цілях, наприклад, для створення небезпечних патогенів, зокрема бактерій та вірусів із новими якостями. Тому принципово важливо не допустити, аби позиціонування вказаної технології як своєрідної панацеї від цілого ряду захворювань призпало обережність та пильність світової спільноти. Формування адекватних уявлень про недосконалість як теоретичної, так і емпіричної складової сучасної біотехнологічної діяльності є важливою передумовою не лише для попередження небажаних негативних наслідків, але й для стимулювання вдосконалення відповідних технологій, формування більш відповідального ставлення до них та, як наслідок, убезпечення низки прав людини від суттєвих реальних та потенційних загроз. Тобто пріоритетним напрямом у сфері сучасних біотехнологій сьогодні має бути не поспішливе поширення результатів їх застосування чи їх популяризація, а поглиблення знань у відповідній сфері наукової діяльності, вдосконалення самих технологій та проведення довгострокових випробувань їх безпечності.

Незважаючи на численні застереження та навіть критику біоетиків та самих біотехнологів, у сучасному світі за допомогою технології CRISPR вже активно проводяться дослідження на людях, зокрема з використанням життєздатних (недефектних) людських ембріонів. Широке дослідження громадської думки у Сполучених Штатах Америки, Великобританії та Німеччині свідчить про спротив у перелічених країнах навіть звичайному відбору ембріонів (без втручання в їх геном) на основі таких нетерапевтичних показників, як зовнішні характеристики майбутніх дітей та їхні інтелектуальні здібності (інтелект)<sup>7</sup>. За даними соціологічного опитування, проведеного у березні 2016 року незалежним американським Центром досліджень П'ю (англ. The Pew Research Center), населення Сполучених Штатів Америки виразило значно більше занепокоєння, ніж ентузіазму з приводу сучасних перспектив «покращення» людей, зокрема зменшення шляхом застосування сучасних біотехнологій ймовірності виникнення у них певних хвороб<sup>8</sup>.

Варто зазначити, що дослідження, спрямовані на генетичну модифікацію людей, здатні зумовити виникнення фактичного стану нерівності між людьми, їх «сортування» (а отже, дискримінації) в найближчому майбутньому, зокрема, у зв'язку з виникненням відчутних відмінностей в їх фізичних та інтелектуальних показниках, які будуть піддаватись якісному та кількісному аналізу. Дуже небезпечною в контексті здійснення такої діяльності є можливість «виготовлення» генетично змінених людей з метою їх подальшого використання в якості донорів органів, тканин, інших анатомічних матеріалів або для проведення над ними експериментів. Постало надскладне питання: до якої міри, наскільки (у відсотках чи залежно від інших показників) можна буде штучно змінювати геном людини, щоб отриманий організм і надалі вважався людиною, або ж він не може вважатися людиною за умови здійснення будь-якого такого втручання та йому, як наслідок, не будуть належати права людини, в тому числі право на життя. Аналогічне питання постає і у зв'язку зі «збагаченням» людськими генами інших живих організмів, насамперед тварин. Як відомо, така «модифікація» тварин має на меті, зокрема, перетворення тварин на організми для вирощування людських органів та інших анатомічних матеріалів, проведення на них клінічних випробувань лікарських засобів, призначених для людей тощо. Так, наприклад, інтенсивно проводяться дослідження, спрямовані на пошук способів внесення таких змін до геномів свиней<sup>9</sup>. Тобто постає ще й проблема «гуманізації» тварин, адже цілком зрозуміло, що за умови генетичної

<sup>5</sup> Caplan A. L., Parent B., Shen M., Plunkett C. No time to waste – the ethical challenges created by CRISPR // EMBO reports. – 2015. – Vol. 16. – No. 11. – p.1421. [Electronic resource]. – Mode of access : <http://embor.embopress.org/content/16/11/1421>

<sup>6</sup> Caplan A. L., Parent B., Shen M., Plunkett C. No time to waste – the ethical challenges created by CRISPR // EMBO reports. – 2015. – Vol. 16. – No. 11. – p. 1421. [Electronic resource]. – Mode of access : <http://embor.embopress.org/content/16/11/1421>

<sup>7</sup> Schaefer O. G. China will develop the first genetically enhanced 'superhumans', experts predict Daily Mail: August 3, 2016. [Electronic resource]. – Mode of access : <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3721991/China-develop-genetically-enhanced-superhumans-experts-predict.html>

<sup>8</sup> U.S. Public Wary of Biomedical Technologies to 'Enhance' Human Abilities // The Pew Research Center: July 26, 2016. [Electronic resource]. – Mode of access : <http://www.pewinternet.org/2016/07/26/u-s-public-wary-of-biomedical-technologies-to-enhance-human-abilities>

<sup>9</sup> Human-pig 'chimeras' may provide vital transplant organs, but they raise ethical dilemmas // The Conversation: June 7, 2016 [Electronic resource]. – Mode of access : <https://theconversation.com/human-pig-chimeras-may-provide-vital-transplant-organs-but-they-raise-ethical-dilemmas-60648>

модифікації таких організмів шляхом внесення до їх геномів специфічних генів людей вони генетично наближаються до людини, а у зв'язку із цим, за певних умов, не виключено, що вони можуть набути й людських якостей, у тому числі у сфері психічних явищ та в інтелекті.

Доволі радикальну оцінку втручання у геном людини, що призводить до успадковування внесених змін, а також клонуванню людини дають вчені – Джордж Аннас, Лорі Ендрюс та Росаріо Ісасі, які наголошують, що такі дії, по суті, можуть розглядатись як особливий вид злочинів проти людства. Вони підкреслюють, що така діяльність спроможна змінити саму суть людства та загрожує змінити основу прав людини<sup>10</sup>.

Зараз одним із важливих аргументів проти застосування методів CRISPR на людині, принаймні до їх удосконалення, є настання в результаті такої діяльності частих непередбачуваних та нецільових мутацій. У травні 2017 року в науковому журналі *Nature Methods* було опубліковано цілісне дослідження, присвячене аналізу неочікуваних мутацій, зумовлених редагуванням геному за допомогою CRISPR/Cas<sup>11</sup>. У ході дослідження наслідків усунення шкідливої мутації в геномах мишей за допомогою застосування CRISPR/Cas було встановлено, що такі маніпуляції побічно призвели до більше ніж півтори тисячі мутацій у геномах, пов'язаних зі змінами одного нуклеотиду, і більше ста мутацій, пов'язаних із вставками і видаленням більш крупних фрагментів ДНК. Зазначене не може не викликати занепокоєння та однозначно є доказом передчасності застосування цієї технології на людині, адже таке «редагування» становить реальну загрозу для життя та здоров'я людини. Згодом, у липні 2017 року в науковому журналі *Nature Medicine* була опублікована ще одна стаття, присвячена цій же проблемі. У ній Девід Скотт і Фен Чжан з Інституту Броуда, що знаходиться у Кембриджі, дійшли висновку, що ця технологія редагування геному поки що мало підходить для роботи з людськими генами, тому що людські гени виявилися занадто різноманітними<sup>12</sup>.

Разом із тим останнім часом дедалі частіше можна чути про успішне чи хоча б частково успішне (принаймні так вважається наразі) застосування зазначеного методу в терапевтичних цілях на людських ембріонах, що здійснюється за умови їх наступного знищення. Відомо про застосування CRISPR для внесення запланованої мутації до людського геному, яке мало б забезпечити стійкість до ВІЛ, однак результат експерименту виявився лише частково успішним: зміни внести вдалось, але через недоліки технології бажаних результатів не було досягнуто<sup>13</sup>. У серпні 2017 року в англійському авторитетному науковому виданні *Nature* було опубліковано результати вже повністю успішного застосування у Сполучених Штатах Америки зазначеної технології для редагування геному людських ембріонів для виправлення мутації, яка призводила до вроджених аномалій серця<sup>14</sup>. Проте, як застерігають дослідники, не дивлячись на істотний успіх у вирішенні поставлених задач, технологія CRISPR залишається недосконалою і до того ж невідомо, яким чином у подальшому могли б розвиватись генетично відредаговані ембріони та змінювався б організм людини, яка зазнала таких втручань у свій генотип<sup>15</sup>.

У контексті аналізу проблем, які постали у зв'язку з виникненням можливості втручання в людський геном за допомогою сучасних біотехнологічних методів, слушною є думка Фейгенберга І.М., який зазначає, що до недавнього часу людина задавала собі питання: «Що я можу зробити?» і робила те, що могла, а потім дивилась, до яких результатів це призвело і вирішувала, чи треба продовжувати робити це, але зараз ситуація змінилась, міць сучасної людини стала такою, що наслідки її дій можуть бути незворотними, і після «проби» пізно буде (а, можливо, і не буде кому) вирішувати, як чинити далі. Справедливим є висновок науковця, що перед сучасною людиною замість питання «що я можу зробити?» постає питання «що я смію зробити?»<sup>16</sup>.

<sup>10</sup> Annas J. G., Andrews B. L., Isasi R. Protecting the Endangered Human: Toward an International Treaty Prohibiting Cloning and Inheritable Alterations // *American journal of law & medicine*. – 2002. – Vol. 28. – No. 2–3. – P. 153.

<sup>11</sup> Schaefer K. A, Wu W., Colgan D. F. et. al. Unexpected mutations after CRISPR-Cas9 editing in vivo // *Nature Methods*. – 2017. – Vol. 14. – P. 547-548. [Electronic resource]. – Mode of access : <https://www.nature.com/nmeth/journal/v14/n6/full/nmeth.4293.html>

<sup>12</sup> Scott A. D., Zhang F. Implications of human genetic variation in CRISPR-based therapeutic genome editing // *Nature Medicine*. – 2017. – Vol. 23. – P. 1095-1101. [Electronic resource]. – Mode of access : <http://www.nature.com/nm/journal/vaop/ncurrent/full/nm.4377.html>

<sup>13</sup> Стасевич К. Человеческий эмбрион отредактировали против ВИЧ / К. Стасевич // *Наука и жизнь*. – 12 апреля 2016 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nkj.ru/news/28564>

<sup>14</sup> Ma H., Marti-Gutierrez N., Park S. et. al. Correction of a pathogenic gene mutation in human embryos // *Nature*. – 2017. – Vol. 548. – Issue 7668. – P. 413-419 [Electronic resource]. – Mode of access : <https://www.nature.com/nature/journal/v548/n7668/full/nature23305.html>

<sup>15</sup> Scientists edit human embryos to safely remove disease for the first time – here's how they did it // *The Conversation*: August 2, 2017 [Electronic resource]. – Mode of access : <https://theconversation.com/scientists-edit-human-embryos-to-safely-remove-disease-for-the-first-time-heres-how-they-did-it-81925>

<sup>16</sup> Фейгенберг И.М. Человек Достроенный и биосфера / И.М. Фейгенберг // *Вопросы философии*. – 2006. – № 2. – С. 159.

**Висновки.** Науково-технічний прогрес не лише відкриває дуже широкі можливості прояву свободи людської творчості у сфері так званої корекції, модифікації геному живих організмів, у тому числі людей, але й зумовлює вкрай небезпечні перспективи досягнення фатальних наслідків застосування результатів реалізації такої свободи, зумовлює виникнення нових перешкод та небезпек на шляху забезпечення та гарантування низки конституційних прав людини, насамперед, права людини на життя та інших тісно пов'язаних із ним прав людини. На наше глибоке переконання, суттєве зростання рівня людської свободи у зв'язку з науково-технологічними перетвореннями в сучасному світі, зокрема розвитком сучасних біотехнологій, повинно мати наслідком не менш суттєве зростання і відповідальності людини за свої діяння в цій царині, що має знайти своє відображення у процесі нормативно-правової регламентації суспільних відносин у відповідній сфері. Така регламентація повинна бути покликаною повноцінно захищати життя та гідність людини, її права та свободи від нових загроз та перешкод для їх реалізації.

Безумовно, стратегічно важливим і необхідним сьогодні є введення універсальної міжнародно-правової заборони на внесення змін до геному людини, які будуть передаватись її нащадкам, допоки не буде розв'язано низку важливих питань, зокрема правового та етичного характеру, а щодо відповідних методів – не встановлено факт їх однозначної технологічної безпечності та практичної виправданості застосування. Самі ж сучасні біотехнології потрібно й надалі розвивати та вдосконалювати, адже вони мають надзвичайно високий потенціал для вирішення багатьох проблем сьогодення.

### Анотація

У статті досліджуються проблемні питання, які постали у сфері забезпечення права людини на життя, тісно пов'язаних із ним прав у контексті здійснення біотехнологічної діяльності, спрямованої на втручання у геном людини, а також пов'язаної із застосуванням людського генетичного матеріалу, ембріонів людини.

### Summary

The article deals with the problematic issues which have arisen in the sphere of ensuring the human right to life and other human rights closely related to it in the conditions of the application of modern biotechnology aimed at modifying human genome, as well as at the use of human genetic material, human embryos.

### Використана література:

1. Opportunities in Biotechnology for Future Army Applications // National Research Council. – Washington, DC: The National Academies Press, 2001. – 118 p.
2. Knapton S. Three-parent babies: House of Lords approves law despite fears children could be born sterile // The Telegraph: February 24, 2015 [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.telegraph.co.uk/news/science/science-news/11432058/Three-parent-babies-House-of-Lords-approves-law-despite-fears-children-could-be-sterile.html>
3. World's first baby born with new "3 parent" technique // New Scientist: September 27, 2016 [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.newscientist.com/article/2107219-exclusive-worlds-first-baby-born-with-new-3-parent-technique>
4. Scott A. D., Zhang F. Implications of human genetic variation in CRISPR-based therapeutic genome editing // Nature Medicine. – 2017. – Vol. – 23. – P. 1095–1101. [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.nature.com/nm/journal/vaop/ncurrent/full/nm.4377.html>
5. Caplan A. L., Parent B., Shen M., Plunkett C. No time to waste – the ethical challenges created by CRISPR. EMBO reports. – 2015. – Vol. 16. – №. 11. – P. 1421–1426. – p. 1421 [Electronic resource]. – Access mode : <http://embor.embopress.org/content/16/11/1421>
6. Schaefer O. G. China will develop the first genetically enhanced 'superhumans', experts predict // Daily Mail: August 3, 2016 [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3721991/China-develop-genetically-enhanced-superhumans-experts-predict.html>
7. U.S. Public Wary of Biomedical Technologies to 'Enhance' Human Abilities // The Pew Research Center: July 26, 2016. [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.pewinternet.org/2016/07/26/u-s-public-wary-of-biomedical-technologies-to-enhance-human-abilities>

8. Human-pig 'chimeras' may provide vital transplant organs, but they raise ethical dilemmas // The Conversation: June 7, 2016 [Electronic resource]. – Access mode : <https://theconversation.com/human-pig-chimeras-may-provide-vital-transplant-organs-but-they-raise-ethical-dilemmas-60648>
9. Annas J. G., Andrews B. L., Isasi R. Protecting the Endangered Human: Toward an International Treaty Prohibiting Cloning and Inheritable Alterations // American journal of law & medicine, 2002. – Vol. – 28. – №. 2–3. – P. 151–178.
10. Schaefer K. A, Wu W., Colgan D. F. et. al. Unexpected mutations after CRISPR-Cas9 editing in vivo // Nature Methods, 2017. – Vol. – 14. – P. 547–548 [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.nature.com/nmeth/journal/v14/n6/full/nmeth.4293.html>
11. Стасевич К. Человеческий эмбрион отредактировали против ВИЧ / К. Стасевич // Наука и жизнь. – 12 апреля 2016 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.nkj.ru/news/28564>
12. Ma H., Marti-Gutierrez N., Park S. et. al. Correction of a pathogenic gene mutation in human embryos // Nature. – 2017. – Vol. 548. – Issue 7668. – P. 413–419 [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.nature.com/nature/journal/v548/n7668/full/nature23305.html>
13. Scientists edit human embryos to safely remove disease for the first time – here's how they did it // The Conversation: August 2. – 2017 [Electronic resource]. – Access mode : <https://theconversation.com/scientists-edit-human-embryos-to-safely-remove-disease-for-the-first-time-heres-how-they-did-it-81925>
14. Фейгенберг И.М. Человек Достоенный и биосфера / И.М. Фейгенберг // Вопросы философии. – 2006. – № 2. – С. 151–161.