

Міністэрства культуры Рэспублікі Беларусь  
Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт культуры і мастацтваў

А. І. Бабко

# Асновы сучаснага прыродазнаўства

*Рэкамендавана Вучэбна-метадычным аб'яднаннем  
на адукацыі ў галіне культуры і мастацтваў  
у якасці вучэбна-метадычнага дапаможніка  
для студэнтаў вышэйшых навучальных устаноў*

Мінск  
БДУКМ  
2013

УДК 5:[001.1+001.8](075.8)

ББК 20я73

Б 126

**Рэцэнзенты:**

*М. В. Анцыповіч*, дацэнт кафедры філасофскіх вучэнняў Беларускага нацыянальнага тэхнічнага ўніверсітэта, кандыдат філасофскіх навук;

*І. М. Варановіч*, ст. выкладчык кафедры культуралогіі Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта культуры і мастацтваў, кандыдат культуралогіі

**Бабко, А. І.**

**Б126** Асновы сучаснага прыродазнаўства : вучэб.-метадапам. / А. І. Бабко; Мін-ва культуры Рэсп. Беларусь, Беларус. дзярж. ун-т культуры і мастацтваў. – Мінск : БДУКМ, 2013. – 296 с.  
ISBN 978-985-522-073-3.

Выяўляюцца сутнасць і структура навуковага пазнання, аналізуецца гісторыя станаўлення прыродазнаўства сучаснага тыпу, разглядаюцца асноўныя дасягненні класічнай і сучаснай навукі. Увага засяроджваецца на грунтоўных прыродазнаўчых праблемах, на пытаннях, якія маюць істотнае светапогляднае значэнне.

Для студэнтаў, магістрантаў і аспірантаў універсітэта, а таксама ўсіх, хто цікавіцца фундаментальнымі тэарэтычнымі, метадалагічнымі і гістарычнымі аспектамі навуковага пазнання.

УДК 5:[001.1+001.8](075.8)

ББК 20я73

# ЗМЕСТ

|                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Прадмова</b> .....                                                                | 5   |
| <b>1. Уводзіны</b> .....                                                             | 9   |
| 1.1. Навука як від пазнання і як феномен культуры .....                              | 9   |
| 1.2. Структура навуковага пазнання .....                                             | 13  |
| 1.2.1. Эмпірычны ўзровень навуковага пазнання .....                                  | 14  |
| 1.2.2. Тэарэтычны ўзровень навуковага пазнання .....                                 | 20  |
| 1.2.3. Метатэарэтычны ўзровень навуковага пазнання .....                             | 24  |
| 1.2.4. Дысцыплінарная структура навукі .....                                         | 29  |
| 1.3. Гістарычная эвалюцыя разумення прыроды ў філасофскай і навукавай культуры ..... | 32  |
| 1.4. Агульная характарыстыка асноўных прыродазнаўчых дысцыплін .....                 | 36  |
| 1.4.1. Фізіка .....                                                                  | 37  |
| 1.4.2. Касмалогія .....                                                              | 38  |
| 1.4.3. Хімія .....                                                                   | 43  |
| 1.4.4. Біялогія .....                                                                | 45  |
| 1.5. Прыродазнаўства і фармальныя навукі (логіка, матэматыка) .....                  | 50  |
| 1.6. Прыродазнаўства і тэхніка .....                                                 | 56  |
| 1.7. Прыродазнаўства і гуманітарыстыка .....                                         | 60  |
| <b>2. Гістарычнае станаўленне прыродазнаўства сучаснага тыпу</b> .....               | 67  |
| 2.1. Гістарычная дынаміка навукі: асноўныя падыходы і праблемы .....                 | 67  |
| 2.2. Этапы станаўлення прыродазнаўства сучаснага тыпу .....                          | 73  |
| 2.3. Гістарычнае станаўленне фізікі і касмалогіі сучаснага тыпу .....                | 85  |
| 2.4. Гістарычнае станаўленне хіміі сучаснага тыпу .....                              | 115 |
| 2.5. Гістарычнае станаўленне біялогіі сучаснага тыпу .....                           | 128 |
| <b>3. Класічнае прыродазнаўства</b> .....                                            | 143 |
| 3.1. Агульная характарыстыка класічнага прыродазнаўства ...                          | 143 |
| 3.2. Класічная механіка і яе гістарычнае значэнне .....                              | 144 |
| 3.3. Асноўныя характарыстыкі класічнай касмалогіі .....                              | 152 |
| 3.4. Класічная тэрмадынаміка .....                                                   | 155 |
| 3.5. Гістарычная эвалюцыя класічных прыродазнаўчых уяўленняў пра святло .....        | 164 |
| 3.6. Класічная электрадынаміка .....                                                 | 168 |
| 3.7. Развіццё хіміі ў XIX ст. ....                                                   | 173 |
| 3.8. Рэвалюцыйныя біялагічныя адкрыцці ў XIX ст. ....                                | 179 |
| 3.8.1. Эвалюцыйная тэорыя Ч. Дарвіна .....                                           | 179 |
| 3.8.2. Клетачная тэорыя .....                                                        | 183 |
| 3.8.3. Тэорыя спадчыннасці Г. Мендэля .....                                          | 185 |
| 3.9. Крызіс класічнага прыродазнаўства .....                                         | 188 |

|                                                                                                   |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>4. Сучаснае прыродазнаўства .....</b>                                                          | <b>192</b> |
| 4.1. Агульная характарыстыка сучаснага прыродазнаўства ....                                       | 192        |
| 4.2. Навуковая рэвалюцыя пачатку XX ст.: генезіс рэлятывісцкай фізікі .....                       | 194        |
| 4.3. Усеагульная тэорыя адноснасці і станаўленне сучаснай касмалогіі .....                        | 201        |
| 4.4. Навуковая рэвалюцыя пачатку XX ст.: распрацоўка асноў квантавай фізікі .....                 | 207        |
| 4.5. Квантавая фізіка і рэвалюцыя ў сучаснай хіміі .....                                          | 217        |
| 4.6. Праблема ўзаемадзейненняў квантавай і рэлятывісцкай фізікі .....                             | 220        |
| 4.7. Тэорыя Вялікага выбуху як Стандартная мадэль сучаснай касмалогіі .....                       | 223        |
| 4.8. Стандартная мадэль у фізіцы элементарных часціц .....                                        | 232        |
| 4.9. Прынцыпы сіметрыі і захавання ў сучаснай фізіцы .....                                        | 237        |
| 4.10. Праблема грунтоўных сусветных канстант .....                                                | 242        |
| 4.11. Праблема існасці жыцця ў сучаснай філасофіі і навуцы....                                    | 246        |
| 4.12. Праблема ўзнікнення жыцця на Зямлі і яе аналіз у сучаснай навуцы .....                      | 250        |
| 4.13. Узнікненне і развіццё генетыкі .....                                                        | 253        |
| 4.14. Сінтэтычная тэорыя эвалюцыі. Эвалюцыйная біялогія ў другой палове XX – пачатку XXI ст. .... | 257        |
| 4.15. Прыродазнаўчыя навукі ў кантэксце вывучэння чалавека                                        | 262        |
| 4.15.1. Праблема антрапасацыягенезу і яе прыродазнаўчыя аспекты .....                             | 263        |
| 4.15.2. Праблема суадносін біялагічнага і духоўнага ў чалавеку .....                              | 268        |
| 4.16. Біяэтыка як міждысцыплінарны пазнавальны кірунак...                                         | 272        |
| 4.17. Вучэнне пра самаарганізацыю .....                                                           | 280        |
| <b>Замест заключэння .....</b>                                                                    | <b>285</b> |
| <b>Спіс выкарыстаных крыніц .....</b>                                                             | <b>286</b> |
| <b>Слоўнік асноўных паняццяў .....</b>                                                            | <b>293</b> |

## ПРАДМОВА

Роля тэарэтычнага прыродазнаўства ў сучасным грамадстве, поспехі, дасягнутыя ім у пазнанні прыродных працэсаў, ствараюць спрыяльныя ўмовы для пашырэння асобага тыпу светапогляду – натуралістычнага. Натуралістычнае светабачанне прасякнута перакананнем у духоўным вяршэнстве прыродазнаўчых навук (і ў плане распрацаванай імі карціны свету, і з пункту гледжання характэрных для іх пазнавальных працэдур). У адпаведнасці з гэтым праз іх прызму разглядаюцца і філасофскія праблемы, іх пазнавальны патэнцыял лічыцца дастатковым для найбольш глыбокага вырашэння гэтых праблем.

Надзвычай яскрава дадзеная пазіцыя выявілася ў супольнай кніжцы С. Хокінга і Л. Млодзінава “Вялікі праект: новае тлумачэнне ўніверсуму”. Аўтары абвясцілі ў ёй, што філасофія памерла і што адвечныя пытанні светапогляднага зместу і характару перайшлі ў кампетэнцыю навукі [43, с.11]. З іх разважанняў вынікае, што гіпатэтычныя навуковыя канструкцыі здольны спасцігнуць і чалавека, і Сусвет, прычым яны могуць зрабіць гэта найлепшым, найглыбейшым з усіх існых духоўных формаў чынам. Яны падкрэсліваюць, што навуковы, рацыянальны шлях пазнання рэчаіснасці грунтуецца на прынцыпе дэтэрмінізму: кожную (без выключэнняў) падзею ва ўніверсуме неабходна разглядаць як абумоўленую законамі прыроды [43, с.33]. Ідэя свабоды волі выглядае ў такой сітуацыі тэарэтычнай рэакцыяй на нашу няздольнасць ахапіць і разлічыць паводзіны ўсіх тых часцінак, з якіх складаецца чалавечы арганізм. На самай справе нашы ўчынкі, як і функцыянаванне ўсякага іншага матэрыяльнага ўтварэння ў Сусвеце, намалагічна<sup>1</sup> абумоўлены, і толькі надзвычайная складанасць нашай структуры не дазваляе перадаць іх сапраўдную існасць у функцыянальных матэматычных залежнасцях. У такіх умовах не застаецца нічога іншага, як звярнуцца да гіпотэзы свабоднай волі чалавека, якая мае даволі добры тлумачальны патэнцыял і дае магчымасць у пэўнай ступені справіцца з адпаведнымі

---

<sup>1</sup> Намалагічна – гэта значыць на ўзроўні законаў прыроды.

тэарэтычнымі і практычнымі праблемамі [43, с.33–35]. (Свабода выступае тут, такім чынам, як мера нашага няведання.)

Неабходна адзначыць, што дэтэрміністычная карціна свету, якую адстойваюць С. Хокінг і Л. Млодзінаў, уласцівая найперш класічнаму прыродазнаўству, прыродазнаўству XVII–XIX стст. Натурфіласофскія (у шырокім сэнсе слова) пошукі і знаходкі прадстаўнікоў сучаснай навукі дазваляюць дапоўніць і ўзбагаціць яе. За строгай заканамернасцю макрасвету, апісанага адпаведным чынам класічнай фізікай, навука XX ст. адкрыла панаванне выпадку. Э.Шродзінгер, напрыклад, падкрэслівае ў дадзенай сувязі, што “ўсеагульны корань строгай заканамернасці, якую мы назіраем, – гэта *выпадак*”<sup>2</sup> [81, с.10]. Ва ўнісон з выдатным фізікам вядомы біёлаг Ж. Манод піша, што створае эвалюцыяй багацце жывых формаў на Зямлі з’яўляецца “вынікам гіганцкай латарэі, дзе выпадкова выцягваюцца нумары, з якіх сляпы адбор вызначае рэдкіх пераможцаў” [64, 155]. Універсум зусім не напоўнены жыццём, не выношвае яго ў сваім чэраве, як і біясфера не выношвала ў сваім чэраве чалавека: у падабенстве з іншымі жывымі істотамі мы чыста выпадкова атрымалі шчаслівы латарэйны білет [64, с.161].

Такім чынам, атрымалася карціна, дзе чалавек падаецца як выпадковы прадукт эвалюцыйнага працэсу, а яго жыццё – як падпарадкаванае сляпой прыроднай неабходнасці. Уся яго ўнікальнасць зводзіцца да неймавернай складанасці яго структуры і найперш мозга – крыніцы яго каласальных магчымасцей і здзяйсненняў. Для тых, хто падзяляе каштоўнасці, абгрунтаваныя ў гуманітарнай культурнай традыцыі, для каго чалавек – гэта найперш духоўная істота, натуралістычны падыход быў і застаецца непрымальным. Гэта выразна выявілася ў звязанай з гуманітарнай культурай філасофскай традыцыі. Яе прадстаўнікі падкрэслівалі абмежаваны характар прыродазнаўчай карціны свету. Г.-Г. Гадамер, напрыклад, указваў, што фізіка нават у самым лепшым для яе выпадку – калі б яна ўзнялася да так званай тэорыі ўсяго – не магла б прэтэндаваць на ўніверсальны статус, бо ў ёй з неабходнасцю захаваецца адрозненне паміж тым, хто робіць разлікі, і тым, што разлічваецца: “Фізіка, якая разлічвала б самую сябе і была б сваім уласным разлічваннем, заставалася б супярэчнасцю ў сабе” [38, с.456]. Філософ дадае, што сітуацыя ў біялогіі мае аналагічны характар [38, с.456].

---

<sup>2</sup> Тут і далей пераклад мой. – А.Б. Слова “выпадак” пададзена курсівам у тэксце арыгінала.

Натуралістычная пазіцыя падаецца таксама досыць абмежаванай і, магчыма, нават рызыкаўнай у этычным плане. Наколькі эфектыўна на яе аснове можна супрацьстаяць спакусам, на якія багатая сучасная навука? І ці не спрыяе ўяўленне пра тое, што чалавек – гэта ўсяго толькі надзвычай складаная біямашына, калі не ўсім магчымым спробам яго тэхнічнага ўдасканалення, дык, прынамсі, памяркоўным і добра ўзважаным? Пільнасць і асцярожнасць тут тым больш неабходныя, што ў рэчаіснасці мелі і маюць месца практыкі, у якіх чалавек зводзіцца да ўзроўню аб'екта маніпуліравання і эксперыментавання (тое, што адбывалася ў нацысцкіх канцлагерах, уяўляе, безумоўна, найбольш адыёзны прыклад такіх практык).

Падкрэсліць пачатковую абмежаванасць і рызыкаўнасць натуралістычнага светабачання, шукаць і знайсці ў ім іншыя заганы і спыніцца на гэтым – досыць аднабаковы і бясплённы спосаб абыходжання з дадзеным феноменам. Значна больш дзейсны і выніковы шлях – разглядаць яго як выклік, як філасофскую праблему, што задае важны кірунак тэарэтычнага аналізу. Таму сутыкненне з ім павінна ператварыцца ў дыялог. Прыхільнікі адпаведнага кола ідэй надзвычай высока ацэньваюць светапоглядны патэнцыял прыродазнаўства і, як правіла, бліскуча валодаюць ім. Таму дыялог з імі можа быць паспяховым толькі ў тым выпадку, калі прыродазнаўчая праблематыка не знікне з яго прадметнага, змястоўнага поля. Гэта цягне за сабой неабходнасць сур'ёзнага яе даследавання, грунтоўнага аналізу светапоглядных патэнцый, светапоглядных асноў і светапоглядных набыткаў тэарэтычнага прыродазнаўства.

Разам з тым праблемнае поле згаданага дыялога не павінна абмяжоўвацца прыродазнаўчымі аспектамі. Набыткі гуманітарystыкі не менш значныя і адпаведныя аргументы не менш важкія, чым прыродазнаўчыя. Трэба адзначыць, што ў пэўных выпадках яны ўспрымаюцца прыродазнаўцамі з усёй сур'ёзнасцю. Тут варта ўзгадаць вядомага нямецкага фізіка К.-Ф.фон Вайцэкера, які здолеў узяцца да грунтоўнай, прафесійнай філасофскай рэфлексіі. Ён з прызнаннем згадвае гуманітарыстыку (“навуку пра дух” – *Geisteswissenschaft*) з яе інтэрпрэтацыйнымі падыходамі, бо яна шмат што дала яму ў плане разумення гісторыі філасофіі, без якога плённыя філасофскія даследаванні проста немагчымыя [88, с.72].

Натуралістычны светапогляд належыць да духоўных феноменаў, да якіх нельга ставіцца абыякава. Ён правакуе і вымушае да пошукаў. У ім выяўляецца каласальная складанасць праблемы чалавека і яго месца ў Сусвеце. Дыялагічная альтэрнатыва натуралізму звязана з сур'ёзным стаўленнем да яго і яго аргументаў, якія павінны быць уключаны ў больш шырокі духоўны кантэкст, правераны і пераасэнсаваны ў ім. Такая пазіцыя мае сваёй перадумовай грунтоўнае вывучэнне прыродазнаўчых навук.

Паспрыяць такому вывучэнню і мае на мэце дадзены вучэбна-метадычны дапаможнік. У структурным плане ён складаецца з уводзін і трох раздзелаў. Ва ўводзінах разглядаюцца істотныя рысы навукі ў цэлым, даецца агульная характарыстыка яе прыродазнаўчага сегмента і яго стасункаў з іншымі відамі пазнання. Кожны з наступных раздзелаў прысвечаны пэўнай гістарычнай эпосе ў развіцці прыродазнаўчых навук. Усе раздзелы разбіты на параграфы (раздзеленыя ў некаторых выпадках на пункты), якія завяршаюцца абагульненнем выкладзенага ў іх матэрыялу. Да кожнага параграфа дадаюцца пытанні і заданні, як правіла, творчага характару. Яны запатрабуюць ад чытача сур'ёзных высілкаў, у шмат якіх выпадках – звароту да дадатковай літаратуры.

У вучэбна-метадычным дапаможніку прыняты звычайны парадак цытавання і згадкі ўжытых крыніц: у квадратных дужках падаюцца нумар цытаванай працы ў спісе літаратуры і нумар старонкі (у выпадку шматтомных выданняў указваецца таксама нумар тома). Калі гаворка ідзе пра інтэрнэт-крыніцу, то прыводзіцца яе парадкавы нумар у згаданым спісе, змешчаным у канцы тэксту. Ім вучэбна-метадычны дапаможнік, аднак, не завяршаецца; яго апошнім структурным элементам з'яўляецца слоўнік асноўных паняццяў. У ім даецца азначэнне найважнейшых прыродазнаўчых паняццяў (у першую чаргу і ў найбольшай частцы тых, што ўжываюцца, але не вызначаюцца непасрэдна ў тэксце вучэбна-метадычнага дапаможніка).

Выказваю шчырую падзяку ўсім, хто падтрымаў дадзены праект, – калектыву кафедры філасофіі Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта культуры і мастацтваў, супрацоўнікам рэдакцыйнага аддзела ўніверсітэта, рэцэнзентам. Спадзяюся, што дапаможнік знойдзе свайго – удумлівага, зацікаўленага – чытача, і з удзячнасцю прыму кожную аб'ектыўную заўвагу і кожны крытычны водгук.

## 1. УВОДЗІНЫ

### 1.1. Навука як від пазнання і як феномен культуры

Ужо ў эпоху Антычнасці чалавецтва выпрацавала ідэал абгрунтаваных і сістэматычных ведаў, які мае істотнае значэнне для разумення існасці навукі. Праўда, гэты ідэал выступае як надзвычай важны і ў абсягу філасофіі. Але праз рэфлексіўную натуру апошняй у яе тэарэтычных пабудовах ахопліваецца і аб'ектыўнае, і суб'ектыўнае, быццё разглядаецца ў непарыўным адзінстве з мысленнем, рэчаіснасць – у сувязі з магчымасцю яе змянення, пераўтварэння, удаaskanалення. Таму для філасофскай думкі характэрна большая ступень свабоды і творчай актыўнасці ў дачыненні да вопыту, чым для тэарэтычнага навуковага пошуку. Навука, аднак, праз сваю прадметную скіраванасць і праз трывалую сувязь з вопытам, з назіраннямі і эксперыментамі мае ў сваім метадычным арсенале дзейсныя сродкі эмпірычнай праверкі, а значыць, і абгрунтавання выпрацаваных у яе абсягу тэарэтычных палажэнняў. Так, ад навуковых тэорый патрабуецца здольнасць рабіць прадказанні адносна будучага вопыту, якія могуць быць гэтым вопытам абвергнуты. У тым выпадку, калі такія прадказанні спраўджваюцца, статус і аўтарытэт адпаведных тэорый істотна павышаецца, што не аднойчы назіралася ў гісторыі навуковага пазнання<sup>3</sup>.

*Грунтоўны пазнавальны патэнцыял навукі выяўляецца ў яе здольнасці адкрываць і апісваць істотныя і неабходныя – заканамерныя – сувязі паміж рэальнымі з'явамі і працэсамі. Пазнанне законаў рэчаіснага свету, з аднаго боку, робіць магчымым рацыянальнае тлумачэнне тых падзей, што ў ім адбываюцца, а з іншага – дазваляе маніпуліраваць імі, ствараць умовы, пры якіх яны разгортваюцца пэўным – зручным і карысным для людзей – чынам. Рацыянальна-пазнавальны і прагматычны аспекты з'яўляюцца неад'емнымі ў культуры, асабліва ў культуры сучаснага, дынамічнага, тэхнагеннага грамадства, і забяспечваюцца іх выяўленне ў культурным жыцці ў першую чаргу навукай.*

---

<sup>3</sup> Канкрэтныя прыклады такіх пазнавальных сітуацый у галіне прыродазнаўства разглядаюцца ніжэй (4.7; 4.8).

Такім чынам, навука выступае як неабходны сегмент культурнай прасторы, выконвае істотную ролю ў ёй, пры гэтым яна інтэнсіўна ўзаемадзейнічае з іншымі культурнымі феноменамі. Згаданае ўзаемадзеянне мае няпросты, супярэчлівы характар, у пэўныя перыяды яго гістарычнага разгортвання назіраліся поўныя драматызму і нават трагізму калізій – найперш ва ўзаемадачыненьнях навукі і рэлігіі. Тым не менш правамерна сцвярджаць, што ўзаемны ўплыў навуковага пазнання і іншых духоўных формаў з’яўляецца плённым і дабратворным як для культуры ў цэлым, так і для асобных яе структурных кампанентаў. Асабліва выразна гэта выяўляецца ў пераломныя перыяды культуратворчасці, перадрэвалюцыйныя часы і ў эпохі вялікіх духоўных рэвалюцый. (У дадзенай сувязі варта ўзгадаць інтэнсіўнае ўзаемадзеянне філасофіі і навукі ва ўмовах крызісных пазнавальных сітуацый, у найвышэйшай ступені спрыяльнае для іх абедзвюх.)

Значыць, навуковы пошук адбываецца ў пэўным культурным і светапоглядным рэчышчы, сутнасць і характар якога не заўсёды ўсведамляецца самімі дзеячамі навукі. Гэта дазваляе весці гаворку пра *культурна-гістарычны* і *псіхалагічны*, *асобасны* аспекты навуковых ведаў, пра іх скрытае, прыхаванае ў глыбінях суб’ектыўнай духоўнасці вымярэнне. Але наяўнасць эфектыўных механізмаў праверкі і абгрунтавання вынікаў навуковага пазнання<sup>4</sup>, а таксама яго здольнасць да выяўлення законаў рэчаіснага свету даюць яму магчымасць прэтэндаваць на аб’ектыўнасць дасягнутых ім ведаў (як бы апошняя ні разумелася: як незалежнасць ад асобных індывідаў, іх суб’ектыўных меркаванняў, фантазій, забабонаў і ад чалавецтва ў цэлым ці як інтэрсуб’ектыўнасць, усеагульная значнасць). Узнікае крыху пікантная сітуацыя: навука, на сцягу якой прынцып забароны супярэчнасці запісаны як асноватворны, спалучае ў сабе супрацьлеглыя па сваёй сутнасці моманты<sup>5</sup>. Але прысутнасць супрацьлеглых характарыстык у сістэме яе вызначэнняў

---

<sup>4</sup> Неабходна адзначыць, што ў розных навуках дамінуюць розныя тыпы і формы абгрунтавання вынікаў даследчай працы: у логіцы і матэматыцы пераважае дэдуктыўнае абгрунтаванне, а ў прыродазнаўстве – эксперыментальна-індуктыўнае.

<sup>5</sup> Пры тлумачэнні аб’ектыўнасці навуковых ведаў як інтэрсуб’ектыўнасці праблема губляе ў пэўнай ступені сваю вострыню. У такім выпадку згаданая аб’ектыўнасць разумеецца як адпаведнасць ведаў выпрацаваным навуковай супольнасцю ў пэўным гістарычным, культурным, светапоглядным кантэксце і па сутнасці гэтым кантэкстам вызначаным нормам і крытэрыям.

ні ў якім разе не паралізуе навуковы пошук; зусім наадварот, дзякуючы ёй, дзякуючы таму, што суб'ектыўны і аб'ектыўны бакі згаданай супрацьлегласці ўзаемадзейнічаюць адзін з адным, дапаўняюць адзін аднаго, навука выступае як жывы, здольны да руху і развіцця феномен.

Высокі духоўны патэнцыял навуковага пазнання, яго жыццяздольнасць і дынамізм выяўляюцца, з аднаго боку, у паглыбленні навуковых ведаў, а з іншага – ва ўзмацненні ролі, значэння і аўтарытэту навукі ў грамадстве. Пераход ад традыцыйнага да сучаснага тыпу цывілізацыйнага ўладкавання суправаджаецца яе *інстытуцыяналізацыяй*: утвараюцца даследчыя ўстановы, паміж якімі ўсталёўваюцца рэгулярныя кантакты; узнікае навуковая супольнасць, унутры якой пачынаюць дзейнічаць спецыфічныя рэгулятывы; паўстае сістэма знешніх стасункаў навукова-даследчых устаноў з іншымі сацыяльнымі арганізацыямі і г. д. Няўхільна ўзрастае ўвага грамадства да навукі, узмацняецца яе духоўная і матэрыяльная падтрымка. У XX ст. распачынаецца сталае дзяржаўнае фінансаванне навуковых даследаванняў, і адпаведныя артыкулы набываюць усё большую ўдзельную вагу ў дзяржаўных бюджэтах. Паколькі згаданыя даследаванні патрабуюць у сучасных умовах значных выдаткаў, у пэўных выпадках непасільных для асобных дзяржаў, павялічваецца колькасць міжнародных, міждзяржаўных праектаў (увядзенне ў дзеянне Вялікага адроннага калайдара – надзвычай яскравы прыклад такой інтэрнацыянальнай кааперацыі ў сферы навуковага пазнання).

Неабходна адзначыць разам з тым, што выкліканая ў грамадстве ўзнікненнем навукі сучаснага тыпу духоўная рэакцыя мае дастаткова неадназначны характар. Надзвычай яскрава гэта выяўляецца ў філасофіі. З аднаго боку, у яе абсягу з'явіліся ўплывовыя кірункі (пазітывізм, структуралізм), прадстаўнікі якіх арыентуюцца на навуку, разглядаюць яе як адзіную форму пазнавальнай дзейнасці, што можа прынесці сапраўдныя веды, бачаць у ёй найбольш дзейсны сродак для рашэння ўсіх грамадскіх праблем. З іншага боку, узнікаюць і такія духоўныя плыні, для якіх характэрна крытычнае і больш за тое – варожае стаўленне да навуковага пазнання (экзістэнцыялізм; яно назіраецца нават у абсягу постпазітывісцкай філасофіі – у творчасці П. Феерабэнда). І хаця ў культуры тэхнагеннага грамадства дамінуе станоўчае яго бачанне, тым не менш уплыў

антысцыентысцкіх (варожых да навукі) канцэпцый выяўляе тэндэнцыю да ўзмацнення. Справа ў тым, што антысцыентызм мае ў рамках гэтай культуры пэўныя падставы і пэўнае прызначэнне, сутнасць якога ў тым, каб паказаць, што навуковае пазнанне не з'яўляецца найвышэйшым тыпам пазнавальнай дзейнасці і што грамадскія супярэчнасці не могуць не закрануць яго праз яго сацыякультурную натуру. І сапраўды, выкарыстанне навуковых ведаў у грамадстве мае неадназначны характар, цягне за сабой і станоўчыя, і адмоўныя наступствы, прычым маштаб і тых, і другіх з разгортваннем навуковых даследаванняў павялічваецца.

Аднак паколькі супярэчлівая форма, у якой ужываюцца дасягненні сучаснай навукі, абумоўлена супярэчлівасцю мадэрнавай дынамічнай цывілізацыі, то наўрад ці правамерна ўскладаць на навуку значную долю адказнасці за нарастанне крызісных з'яў у функцыянаванні гэтай цывілізацыі (магчымасць самазнішчэння чалавецтва праз ужыванне атамнай зброі, пагроза экалагічнай катастрофы і інш.). Праблема гуманізацыі грамадскага выкарыстання навуковых ведаў зводзіцца, такім чынам, да праблемы гуманізацыі ўсёй сістэмы грамадскіх дачыненняў.

Разам з тым у сучаснай навуцы складваецца настолькі няпростая сітуацыя, што паўстаюць праблемы не толькі маральнага, але і палітычна-прававога характару, гэта значыць яе рэгуляванне не можа заставацца справай суб'ектыўнага самавольства. У першую чаргу гэта датычыць біялагічных навук, у абсягу якіх даследаванні асабліва блізка падышлі да той мяжы, дзе прынцып свабоды мыслення, прынцып свабоды навуковай творчасці, які мае статус грунтоўнага ў сучаснай культуры, сутыкаецца з не менш грунтоўнымі маральнымі нормаўмі, выпакутаванымі чалавецтвам у працэсе яго шматвекавага самаразвіцця.

Несумненна, што для вырашэння адпаведных праблем неабходна задзейнічаць духоўны патэнцыял усяго чалавецтва, патрэбна шырокая грамадская дыскусія, у якой павінен узяць удзел кожны неабыхавы чалавек, і голас кожнага ўдзельніка павінен быць пачуты. Аднак на абыхавасць у дадзеным выпадку не мае права ніхто. Каб узяць чынны ўдзел у згаданай дыскусіі, каб мець магчымасць паўплываць на прыняцце палітычных рашэнняў і стварэнне прававога поля ў дадзенай

сферы, неабходна валодаць грунтоўнымі ведамі ў галіне гуманітарыстыкі і глыбокімі прыродазнаўчымі, у прыватнасці біялагічнымі, ведамі (надзвычай важны аргумент на карысць глыбокага вывучэння асноў сучаснага прыродазнаўства!).

*Такім чынам, навука – гэта асобы тып пазнання, скіраваны на дасягненне абгрунтаваных, сістэматычных і аб’ектыўных ведаў. Яна выступае як неад’емны сегмент культуры, які стала ўзаемадзейнічае з іншымі яе сегментамі. У багаці яе ўнутраных вызначэнняў і складанасці знешніх стасункаў – аснова яе рухомага, жывога характару, яе здольнасці да развіцця. Дадзенае развіццё адбываецца ў няпростым сацыяльным кантэксце, асабліва на сучасным этапе. У сувязі з гэтым узнікаюць грунтоўныя духоўныя праблемы, грунтоўныя і ў плане складанасці іх рашэння, і з пункту гледжання іх актуальнасці, іх значэння. Іх вырашэнне патрабуе інтэнсіўнай духоўнай працы ўсяго чалавецтва, максімальнай мабілізацыі яго інтэлектуальнага патэнцыялу.*

#### Пытанні і заданні

1. Што характарызуе навуку як культурны феномен?
2. Правядзіце параўнальны аналіз філасофіі і навукі як тыпаў пазнання?
3. Як вы ставіцеся да тэзы, згодна з якой навука можа ўсё? (У дадзенай тэзе акрэсліваецца пазіцыя, якую можна назваць “ідэалогіяй усёмагутнасці навукі” [58, с.135].) Калі навуковаму пазнанню ўсё-такі ўласцівы пэўныя межы, дык дзе яны?
4. На думку К.-Ф.фон Вайцэкера, “пасля выбуху атамнай бомбы для навукоўца быць свядомым носьбітам палітычнай адказнасці – гэта самавідавочны абавязак” [88, с.72–73]. Ён указвае далей, што формы ўдзелу навукоўцаў у палітычным жыцці могуць быць рознымі: яны вызначаюцца асабістымі здольнасцямі кожнага з іх, характарам палітычнай сітуацыі [88, с.73]. Як вы лічыце, у якіх формах павінна ўвасабляцца адказнасць навукоўцаў у сучасных умовах?

### 1.2. Структура навуковага пазнання

Навуковае пазнанне характарызуецца *метадычнай арганізаванасцю і структурным адзінствам*. Увогуле, тэза аб метадычным і структурным адзінстве навукі мае праблемны, дыскусій-

ны статус; яна актыўна абмяркоўваецца філосафамі і навуказнаўцамі. Пры гэтым усё больш пашыраецца пазіцыя, якая аддае перавагу моманту разнастайнасці, варыятыўнасці навуковага пазнання [56, с.14–15]. Дадзены момант сапраўды ўласцівы навуцы, але ён зусім не выключае яе грунтоўнага адзінства; наадварот, гаворка павінна ісці тут пра іх узаемасувязь, пра рознасць у стыхіі тоеснасці. На карысць такой высновы сведчыць наяўнасць цесных і дынамічных дачыненняў паміж структурнымі кампанентамі навуковага пазнання, у якім бы плане яго структура ні разглядалася.

У тым, што навука мае шматпланавую структуру, няма нічога дзіўнага: гэта тлумачыцца і адзначаным вышэй багаццем яе ўнутраных вызначэнняў, і разнастайнасцю знешніх стасункаў, і складанасцю тых мэт, якія яна павінна дасягнуць. Калі навукова-даследчую дзейнасць разглядаць з пункту гледжання яе задач, сродкаў і вынікаў, дык выяўляецца трохузроўневая яе структура. Пры гэтым вылучаюцца эмпірычны, тэарэтычны і метатэарэтычны ўзроўні. Тэрміны “эмпірыя” і “тэорыя” ўзніклі ў эпоху Антычнасці, яны прайшлі з таго часу пэўную эвалюцыю, у выніку якой набылі новыя значэнні (у сучасных умовах можна весці гаворку пра іх полісемічны характар). Тэрмін “метатэорыя” належыць XX ст.; у лінгвістычным, этымалагічным плане, аднак, яго карані таксама сягаюць у мову элінаў.

### **1.2.1. Эмпірычны ўзровень навуковага пазнання**

*Эмпірычны ўзровень навукі* – гэта ўзровень навуковага вопыту. Што да этымалогіі тэрміна “эмпірычны”, дык за вызначальны момант тут можна прыняць семантыку прыметніка *empeiros* (арыстоцэлеўская інтэрпрэтацыя тэрміна “эмпірыя” ўзыходзіць у канчатковым выніку менавіта да яе [46, т. 2, с.611]). У “Клясычным грэцка-беларускім слоўніку” Яна Пятроўскага дадзены прыметнік перакладаецца як “дасведчаны ў, абазнаны з; здольны, спрытны, навуклы ў рэчы” [12, с.144]. Вопыт, відавочна, выступае не толькі як навуковы, ён мае складаны, шматбаковы характар і можа быць усеагульным або спецыяльным, паўсядзённым або прафесійным і г.д. Яго сутнасць – у глыбокай сувязі з чалавечай дзейнасцю, з практыкай, у непасрэдных і асабістых кантактах з рэчаіснасцю наогул ці з пэўным яе прадметам або сегментам, што здзяйсняюцца ў дзейнасці і праз дзейнасць. У дадзеным паняцці фіксуецца

таксама вынік гэтай дзейнасці, тое, што праз яе набываецца, пэўная ступень валодання ёю і яе прадметам [34, т.1, с.766].

У агульнапазнавальным кантэксце вопыт выяўляецца як узровень адзінства, сінтэзу пачуццёвага і рацыянальнага пачаткаў: пачуццёвае пазнанне знаходзіць у ім сваё першапачатковае абагульненне і разам з ім сваё адноснае завяршэнне. Што да навукі, то тут яго асаблівасцю з'яўляецца *мэтанакіраваны, упарадкаваны, метадычны характар*. Упершыню дадзенае палажэнне было выказана выдатным англійскім філосафам Ф. Бэканам (1561–1626) [46, т. 2, с.612]. Асаблівая засяроджанасць на метадычным аспекце навуковага пазнання – гэта ўвогуле адметная характарыстыка XVII ст. Праўдзівы метады разглядаўся ў той час як гарантыя пазнавальнага поспеху, хто б да яго ні звяртаўся – пачатковец ці знакаміты даследчык. Ён ставіўся вышэй, чым геній, прасвятленне, інтуіцыя і г.д., яго распрацоўцы было аддадзена вельмі шмат духоўнай энергіі.

Як было падкрэслена вышэй, у сучасных умовах шмат хто з філосафаў і тэарэтыкаў навуказнаўства выказвае сумненні адносна адзінства навукі, у тым ліку і метадычнага адзінства. Гэта азначае, што існаванне адзінага, універсальнага метаду ставіцца пад пытанне ці ўвогуле катэгарычна адмаўляецца. Так, прадстаўнік постпозітывісцкай філасофскай традыцыі К. Попер (1902–1994), паводле яго ўласнага расповеду, пачынаў прысвечаны праблеме навуковага метаду курс лекцый з прызнання, што такога (адзінага і ўніверсальнага) метаду няма [74, с.5]. Тым не менш метадычны бок навуковага пазнання не застаецца па-за ўвагай філосафаў і навукоўцаў, бо ніхто не адмаўляў і не адмаўляе яго грунтоўнага значэння ў дадзенай сферы, якое ні ў якой ступені не губляецца праз прызнанне яго варыятыўнасці і разнастайнасці.

Слова *метады* (ад старажытнагр. выразу *metodos*, які ўзыходзіць да слоў *meta* і *odos*) азначае *шлях да пэўнай мэты*. На ўзровень філасофскага паняцця яно ўпершыню ўзнімаецца ў Платона, для якога яно сярод іншага азначае і “правільны спосаб даследавання ці навуковага запытання” [46, т.3, с.1305]. Сэнс і прызначэнне метаду ў тым, каб упарадкаваць і арганізаваць пэўную дзейнасць, пазбавіць яе мітуслівасці, няпэўнасці і няўпэўненасці. Метадычнымі прадпісаннямі акрэсліваюцца яе пачатак, разгортванне, рэгламентуецца ўжыванне тых ці іншых працэдур і інструментаў. Метады павінен адпавядаць прадмету і

мэце дадзенай дзейнасці, а таксама ўмовам, у якіх яна здзяйсняецца. Таму яго выбар нярэдка ўяўляе досыць нялёгкую і творчую задачу.

Навуковыя метады, відавочна, маюць на мэце арганізацыю і ўпарадкаванне навукова-даследчай дзейнасці. Асноўным метадам эмпірычнага яе ўзроўню з'яўляецца (у згодзе з усеагульным меркаваннем) эксперымент. Дадзеная тэза мае моц найперш у дачыненні да навукі сучаснага тыпу (прасякнутага духам эксперыментальнасці). *Эксперымент* – гэта метады, сутнасць якога – у актыўным, дзейным і планамерным запытванні прыроды пра яе таямніцы, пра яе істотныя ўласцівасці. Ён звязаны, такім чынам, з актыўным, мэтанакіраваным і кантраляваным уздзеяннем даследчыка на аб'ект даследавання. Калі з антысцыентысцкіх пазіцый пераасэнсавачь вядомую кантаўскую метафару [53, с.23], то эксперымент выглядае не столькі запытваннем, як дапытваннем прыроды. Эксперыментальныя яе “допыты” звязаны з “катаваннямі”, бо вольная, наравістая, яна не хоча адкрываць свае сакрэты. Каб гэтыя катаванні былі выніковымі, ужываюцца, як правіла, вытанчаныя інструменты – тэхнічныя прыстасаванні. Гэта дазваляе атрымаць ад прыроды намёк, хоць які грунт для адказу на пытанні, што задае ёй навука.

Для паспяховага правядзення эксперымента неабходна стварыць пэўныя, спецыяльныя ўмовы, у якія змяшчаецца прадмет даследавання. Пры гэтым ліквідуюцца ці змяншаюцца і кантралююцца тыя акалічнасці, эфекты і ўплывы, што перашкаджаюць яснаму і выразнаму выяўленню істотных уласцівасцей і дачыненняў згаданага прадмета.

Што да вынікаў эксперымента, то яны маюць моц у навуцы толькі ў тым выпадку, калі атрымліваюцца пры кожным яго паўтарэнні кожным узброеным адпаведнай апаратурай і дастаткова кампетэнтным даследчыкам. У гэтым патрабаванні адлюстроўваецца, з аднаго боку, момант стабільнасці, устойлівасці самой фізічнай рэчаіснасці, а з другога – інтэрсуб'ектыўная натура навуковага пазнання. Інтэрпрэтацыя згаданых вынікаў адбываецца пры ўзаемадзеянні ўсіх узроўняў навуковай дзейнасці, але ў першую чаргу яна звязана з тэарэтычным пазнаннем.

Эксперымент з'яўляецца найважнейшым, але не адзіным метадам эмпірычнага ўзроўню навукі. Ён, зрэшты, можа быць

праведзены далёка не заўжды і не ва ўсіх абставінах. У галіне касмалогіі, напрыклад, дзе вивучаюцца гіганцкія сістэмы, неспрыяльная для правядзення эксперыментаў сітуацыя з'яўляецца тыповай. У такім выпадку даследчыкі звяртаюцца да назірання (неад'емна прысутнага ва ўсякім эксперыменце, безумоўна, больш складаным і развітым метадамі). *Назіранне* – гэта мэтанакіраванае пачуццёвае ўспрыманне рэальных аб'ектаў, выяўленне істотных характарыстык якіх і фігуруе ў якасці яго мэты. У залежнасці ад умоў, у якіх адбываецца даследчая дзейнасць, ад магчымасцей даследчыка і ўласцівасцей прадмета яго даследаванняў яно можа быць непасрэдным ці апасродкаваным, гэта значыць здзяйсняцца пры дапамозе тэхнічных прыстасаванняў. Іх стварэнне і ўжыванне дыктуецца нярэдка рэвалюцыйнай пазнавальнай сітуацыяй і спрыяе яе далейшаму развіццю (як, напрыклад, стварэнне і задзейнічэнне першага тэлескопа Г.Галілеем).

Прыродазнаўства сучаснага тыпу імкнецца да спасціжэння фізічнай рэальнасці ў адзінстве яе існасці, у яе якаснай тоеснасці. У выніку істотнае значэнне набываюць колькасныя адрозненні паміж рэальнымі прадметамі, працэсамі і феноменамі. Таму яно не можа абысціся без такога метаду, як *вымярэнне*, сутнасць якога – у вызначэнні колькасных параметраў рэальных з'яў, падзей і аб'ектаў праз іх параўнанне з пэўным эталонам. Яго немагчыма правесці пры адсутнасці вымяральных прыстасаванняў, якія, такім чынам, выступаюць як неад'емны элемент у арсенале сродкаў, неабходных для рэалізацыі плённых прыродазнаўчых даследаванняў.

Надзвычай развіты прагматычны аспект сучаснай навукі выяўляецца ў тым, што для яе асаблівае значэнне набыло пытанне аб тым, як здзяйсняецца пэўны працэс ці паводзіць сябе пэўны аб'ект. Адсюль вынікае несумненная і відавочная важнасць навуковага апісання, якое, таксама як і вымярэнне, суправаджае назіранні і эксперыменты на эмпірычным узроўні навукова-даследчай дзейнасці. *Апісанне* – гэта здзейсненая ў пэўнай знакавай сістэме фіксацыя тых падзей, што мелі (ці маюць) месца ў рэчаіснасці.

Важнае (а ў некаторых выпадках незаменнае) месца ў метадычным арсенале эмпірычнага пазнання займае *мадэляванне* рэальных з'яў, працэсаў і сістэм, гэта значыць стварэнне (у пэўным медыуме – матэрыяльным ці знакавым) іх аналагаў.

Такія аналагі – мадэлі – могуць замяшчаць іх у навуковых даследаваннях (у гэтым плане яны вельмі падобныя да знакаў, што і абумоўлівае ў канчатковым выніку магчымасць знакавых іх формаў і разам з імі магчымасць разглядаць у якасці мадэляў тэарэтычныя ўтварэнні).

Існуюць і іншыя метады эмпірычнага пазнання. У даследчай практыцы да *агульнанавуковых*, гэта значыць характэрных для навукі ў цэлым, метадаў (прадстаўнікі якіх называліся вышэй) далучаюцца *спецыяльныя*, тыя, што знаходзяць ужытак толькі ў паасобных навуках. Таму ў метадычным плане навуковае пазнанне ўяўляе сабой шматбаковы і багаты феномен. Багаццю і разнастайнасці яго метадычнага арсенала спрыяе і тая акалічнасць, што ў навуковых даследаваннях выкарыстоўваюцца метады, сфера ўжытку якіх выходзіць за іх межы, распаўсюджваецца на іншыя тыпы пазнання. Сярод метадаў такога кшталту, што ўжываюцца на эмпірычным узроўні навукі, у першую чаргу неабходна вылучыць індукцыю.

Разам з метадалагічным *індукцыя* выяўляе і грунтоўны лагічны аспект. З пункту гледжання логікі яна выступае як спецыфічная форма высноўвання, у якім адбываецца ўзыходжанне ад пэўнай сукупнасці сінгулярных пасылак да ўсеагульнага вываду. Сінгулярныя пасылкі перадаюцца выказваннямі, у якіх штосьці даводзіцца адносна пэўнага прадмета. Калі клас адпаведных прадметаў вычэрпваецца ў сукупнасці пасылак, дык выснова мае неабходны характар. У такім выпадку адпаведная развага можа разглядацца як прыклад дэдуктыўнага тыпу высноўвання, які, па сутнасці, з’яўляецца супрацьлеглым індукцыі (гэтаксама як дэдуктыўны метада пазнання выступае як супрацьлеглы ў дачыненні да індуктыўнага). Аднак сітуацыя, якая дазваляе ахапіць у зыходных выказваннях усе прадметы класа, пра якія ідзе гаворка, мае месца досыць рэдка. Як правіла, у пасылках індуктыўных разваг ахопліваецца толькі іх частка, бо вычарпальны разгляд проста немагчымы – праз неабмежаванасць самога класа прадметаў, праз адкрыты характар нашага вопыту: хто ведае, з чым мы можам сутыкнуцца ў будучыні. Таму індуктыўная выснова мае больш агульны характар, чым пасылкі, з’яўляецца ў гэтым сэнсе “пашыральнай”, а значыць, і імавернай.

Як метада навуковага пазнання, індукцыя накіроўвае даследчую дзейнасць на выяўленне ў выніках эксперыментаў і назі-

ранняў усеагульных момантаў. Яна ўключае ў сябе *адцягненне ад пабочнага і неістотнага (абстрагаванне)*, *вылучэнне ўсеагульных характэрных рыс аб'ектаў і працэсаў (абагульненне)* і мае, такім чынам, складаны, комплексны характар. У канчатковым выніку яе ўжыванне (у пэўным сэнсе) сведчыць пра адноснае завяршэнне вопыту, пра неабходнасць пераходу на іншы ўзровень даследчай дзейнасці – тэарэтычны.

Аднак наколькі важнае месца індукцыя займае ў навуковым пазнанні, настолькі сур'ёзную праблему яна ў сабе змяшчае. У сучаснай форме яе ўпершыню сфармуляваў шатландскі філосаф Д. Юм (1711–1766). Сутнасць дадзенай праблемы – у апраўданасці, абгрунтаванасці пераходу ад паасобнага да ўсеагульнага, які здзяйсняецца ў рамках метадычных і лагічных індуктыўных працэдур. Сапраўды, прычынна-выніковыя сувязі паміж пэўнымі падзеямі (Д. Юм аналізаваў праблему індукцыі менавіта ў кантэксце прынцыпу каўзальнасці), зафіксаваная ва ўсім мінулым і актуальным вопыце суб'екта, зусім не абавязкова павінна паўтарыцца ў будучым. Наяўнасць у шматлікіх успрынятых суб'ектам прадметаў пэўнага класа нейкай прыкметы не гарантуе яе наяўнасці ва ўсіх прадметах, што да яго належаць. Дадзеная праблема паспрыяла разгортванню інтэнсіўных філасофскіх пошукаў і выклікала вострыя дыскусіі ў працэсе гістарычнага развіцця філасофіі навукі. Са спроб яе вырашэння паўсталі цікавыя і арыгінальныя ідэі, што ўзбагацілі метатэарэтычны ўзровень навуковага пазнання, аб чым гаворка пойдзе ніжэй.

Эмпірычная даследчая дзейнасць здзяйсняецца дзеля пэўных мэт і прыносіць пэўныя вынікі. Галоўнай яе задачай і галоўным вынікам з'яўляецца ўстанаўленне фактаў, якія служаць падставай для тэарэтычных даследаванняў. У паўсядзённым жыцці словам *факт* мы абазначаем усё, што сапраўды мела ці мае месца, што адбылося ці адбываецца ў рэчаіснасці. Па вялікім рахунку *паняцце навуковага факта* мае блізкае значэнне – гэта падзея, устаноўленая і прызнаная навуковай супольнасцю, для якой яна фігуруе як прадмет бясспрэчнага кансенсусу; выказванне, што фіксуе яе, мае статус праўдзівага [26, с.411]. У сувязі з гэтым можна сцвярджаць, што ў згаданым паняцці змяшчаецца (яшчэ няяўны) момант істотнасці, устойлівасці, унутранай заканамернасці падзеі. У кантэксце навуковага пазнання на факце ляжыць пячатка невыпадковасці, праз яго

праглядваюць існасць і закон, якія патрабуюць свайго выразнага выяўлення і да якіх набліжаецца эмпірычнае даследаванне. Яно можа выявіць і выяўляе карэляцыі (сувязі, залежнасці) паміж феноменамі, але яно няздольнае спасцігнуць іх сістэматычна і глыбока (растлумачыць іх). Дадзеная задача вырашаецца на тэарэтычным узроўні навуковага пазнання.

### **1.2.2. Тэарэтычны ўзровень навуковага пазнання**

Мэтай, вынікам, ядром і сэрцам тэарэтычнага ўзроўню навукі з'яўляецца феномен, праз які ён атрымаў сваю назву – *навуковая тэорыя*. Тэрмін “тэорыя” ўзыходзіць да познелац. *theoria*, звязанага ў сваю чаргу са старажытнагр. *θεωρία*, якое азначала *сузіранне, разгляд*, а пазней – *пазнанне* [46, т.10, с.1128]. Як указвалася вышэй, у сучасных умовах дадзены тэрмін мае шматзначны характар. У кантэксце пазнавальнай дзейнасці ўвогуле ў ім фіксуецца *момант выхаду за межы непасрэдна дадзенага* дзеля таго, каб зразумець і растлумачыць яго. Гэты момант прысутнічае ва ўсіх відах пазнання, але ў навуковым пазнанні ён выступае ў асабліва выразнай, канцэнтраванай форме [84, с.1486].

Істотнай характарыстыкай тэорыі з'яўляецца таксама яе сістэмная арганізацыя: яна выступае як упарадкаванае (згодна з пэўным прынцыпам) цэласнае ўтварэнне. В.С. Сцёпін даводзіць [т.4, с.24], што першаэлементам сістэматычных навуковых пабудов з'яўляюцца паняцці-канструкты, якія абазначаюць *ідэальныя аб'екты* (у рэчаіснасці няма такіх аб'ектаў – у наяўнасці няма абсалютна чорнага цела, аб'екта, які абсарбіруе ўсё электрамагнітнае выпраменьванне, што патрапляе на яго, але існуюць іх правобразы, пэўныя характарыстыкі якіх, напрыклад, уласцівае да моцнага паглынання электрамагнітнага выпраменьвання, яны і фіксуюць). Пэўным чынам арганізаваная сукупнасць выказванняў адносна гэтых аб'ектаў і ўтварае навуковую тэорыю.

Тыповым для навукі спосабам згаданай арганізацыі з'яўляецца *аксіяматызацыя*. Ролю аксіём выконваюць пры гэтым выказванні, у якіх фіксуюцца грунтоўныя законы таго сегмента рэчаіснасці, што апісваецца дадзенай тэорыяй. Яны ўжываюцца затым для апісання і тлумачэння розных яго аспектаў, падсістэм, наяўных у ім спецыфічных працэсаў і з'яў. Найбольш эфектыўна аксіяматызацыя здзяйсняецца ў спалучэнні з

фармалізацыяй тэарэтычных ведаў. *Фармалізацыя* пэўнай тэорыі – гэта прадстаўленне яе ў знакавай сістэме, у якой фіксуюцца структурныя сувязі яе элементаў пры адцягненні ад змястоўных аспектаў. У такіх умовах высноўванне з аксіём, на якіх грунтуецца дадзенае тэарэтычнае ўтварэнне, адбываецца найбольш простым, адназначным і пераканаўчым чынам.

Для распрацоўкі цэнтральных паняццяў і палажэнняў тэорыі (якія ўтвараюць найважнейшыя яе структурныя элементы) грунтоўнае значэнне мае, такім чынам, метада *ідэалізацыі*, а таксама цесна звязаны з ім *уяўны эксперымент*. А. Эйнштэйн і Л. Інфельд увогуле вядуць гаворку пра “ідэалізаваны эксперымент”, даводзячы пра яго грунтоўнае значэнне ў кантэксце ўзнікнення навукі сучаснага тыпу [30, с.8–9]. Гэта азначае, што ў якасці выніку ідэалізацыі могуць фігураваць не толькі ідэальны аб’ект, але і ідэальная сітуацыя – сітуацыя, у якой ідэальныя аб’екты ўзаемадзейнічаюць паміж сабой. Уяўны эксперымент прыводзіць такую сітуацыю ў рух, накіроўвае згаданае ўзаемадзеянне ў пэўнае рэчышча, і ўсё гэта адбываецца ў розуме і ва ўяўленні даследчыка.

Інтэнсіўнае ўжыванне метада ідэалізацыі ў сучаснай навуцы вымушае паставіць пытанне аб прычынах і наступствах такой практыкі. Сярод прычын у першую чаргу неабходна адзначыць сувязь такога кшталту кагнітыўных працэдур з матэматычным апісаннем рэчаіснасці, якая істотным чынам стымулюе зварот навукоўцаў да іх. Што да наступстваў, дык у сувязі з імі абвастраецца праблема ўзаемадачынненняў навуковых тэорый і рэчаіснасці і ў яе кантэксце праблема праверкі тэорый. У гэтым плане неабходна адзначыць, аднак, што практыка навуковых даследаванняў зусім не паралізаваная наяўнасцю ў ёй шматлікіх ідэалізацый. Навукоўцы не ўхіляюцца ад эмпірычнага кантролю сваіх тэарэтычных схем на аснове таго, што яны маюць ідэалізаваны характар. Гэта не пазбаўляе іх (апасродкаванай) сувязі з рэчаіснасцю і здольнасці рабіць прадказанні адносна будучага вопыту.

У кантэксце аналізу тэарэтычнага ўзроўню навуковага пазнання надзвычай важнае значэнне мае высвятленне суадносін такіх яго феноменаў, як уласна тэорыі і гіпотэзы. *Навуковая гіпотэза* (ад старажытнагр. hypothesis – *здагадка, дапушчэнне*) – тэарэтычнае ўтварэнне, якое не прычыць фактам, але мае разам з тым статус недаказанага. У дадзенай сувязі паўстае,

аднак, пытанне, якім чынам, на аснове якіх крытэрыяў адрозніваць яе ад тэорыі ва ўласным сэнсе? К. Попер, напрыклад, даводзіць пра “прынцыпова гіпатэтычны характар прыродазнаўчых тэорый (і, больш за тое, – метафізічных)” [73, с. XXIV]. (Менавіта на грунце такой пазіцыі, на яго думку, мы можам вырашыць узнятыя Кантам эпістэمالагічныя праблемы [73, с. XXIV].) Сапраўды, хіба не вучыць нас гісторыя навукі, што распрацаваныя ў яе абсягу тэорыі не вечныя, што над імі заўжды вісіць дамоклаў меч абвяржэння?

У адказ на дадзенае пытанне можна заўважыць, што ва ўсіх выпадках – нават калі мы прызнаем прынцыпова гіпатэтычны статус навуковых ведаў – тэарэтычныя навуковыя пабудовы адрозніваюцца ступенню сваёй гіпатэтычнасці. Вышэй ужо ішла гаворка пра наяўнасць у навуцы працэдуры, згодна з якой на аснове тэарэтычнага ўтварэння робіцца прадказанне, якое дапускае эмпірычную праверку. Тэарэтычнае ўтварэнне, якое паспяхова прайшло такое выпрабаванне, павінна абавязкова мець больш высокі статус, чым тое, што адпаведны тэст яшчэ не прайшло (ці нават няздольнае на дадзены момант яго прайсці праз няздольнасць прадказаць вынікі будучага вопыту). Існуюць і іншыя моманты, якія могуць быць улічаны пры ацэнцы ступені абгрунтаванасці ці, наадварот, гіпатэтычнасці пэўных навуковых канструкцый (практычны, тэхнічны ўжытак, сумяшчальнасць з іншымі тэорыямі і г. д.).

У аперацыянальным і метадычным планах гіпотэзам належыць надзвычай важная роля ў працэсе навуковага пазнання рэчаіснасці. Яны дынамізуюць згаданы працэс, істотным чынам пашыраюць далягляд навукоўцаў і спрыяюць, такім чынам, усталяванню новых мэт, задач і арыенціраў у іх даследчай дзейнасці. Таму згаданы феномен займае важнае месца ў фармальна-метадычным арсенале навукі.

У больш канкрэтным плане ў дадзенай сувязі варта адзначыць *гіпатэтычна-дэдуктыўны метад*. Згодна з яго патрабаваннямі спачатку распрацоўваецца гіпотэза, з якой робяцца высновы, што дапускаюць эмпірычную і тэарэтычную праверку (праз іх параўнанне з вынікамі эксперыментаў і назіранняў, з фактамі, з прынятымі і прызнанымі навуковай супольнасцю тэарэтычнымі палажэннямі). На аснове дадзенай праверкі вырашаецца далейшы лёс гіпотэзы (яна павінна быць адкінута, перапрацавана ці можа служыць як падстава для новых пошу-

каў). Грунтоўны кагнітыўны патэнцыял выяўляе таксама *метада матэматычнай гіпотэзы*, гэта значыць гіпотэзы, сфармуляванай на матэматычнай мове і пры дапамозе матэматычных сродкаў. Высокая эфектыўнасць згаданага метаду абумоўлена асаблівасцямі матэматычных аб'ектаў і выказванняў, іх непараўнальнымі перавагамі ў ступені абстрагаванасці, абагульненасці, ідэалізаванасці перад аб'ектамі і тэарэтычнымі пабудовамі іншых навук. Таму і з'яўляюцца яны ў найвышэйшай ступені дзейнымі ў сітуацыях, калі здзяйсняюцца выхад за межы наяўных, усталяваных ведаў, іх абагульненне і г. д.

Вышэй указвалася на магчымасць пашырэння паняцця мадэлі на тэарэтычныя ўтварэнні. У самым шырокім плане тэорыі і гіпотэзы могуць разглядацца як мадэлі тых сегментаў рэчаіснасці, што апісваюцца імі. Так, напрыклад, С. Хокінг і Л. Млодзінаў, разважаючы пра суадносіны навуковых тэорый і фізічнай рэальнасці, указваюць, што “фізічная тэорыя ці карціна свету з'яўляецца (найчасцей матэматычнай) мадэллю і мае набор правіл, якія звязваюць элементы мадэлі з назіраннямі” [43, с.42]. Матэматычнае мадэляванне (стварэнне матэматычных мадэляў) фігуруе, такім чынам, як грунтоўная характарыстыка і як надзвычай важны метада тэарэтычнага пазнання. *Матэматычная мадэль* можа разглядацца як “матэматычная структура, якая выкарыстоўваецца для рэпрэзентавання некаторых значных у фізічных адносінах структур у свеце”. Пры гэтым матэматычнай з'яўляецца структура, элементы якой уяўляюць матэматычныя аб'екты (лікі, мноствы, вектары), дачыненні якіх і аперацыі з якімі таксама маюць матэматычны характар [50]. Варта адзначыць, што аўтар працытаванага азначэння (якое ўзята з прысвечанага квантавай механіцы артыкула Стэнфардскай філасофскай энцыклапедыі) гаворыць пра мадэль увогуле. Мадэль для яго – найперш і найістотнейшым чынам матэматычнае ўтварэнне. Гэта вельмі красамоўны факт: ён яскрава паказвае, якога ўзроўню дасягнула матэматызацыя сучаснай навукі і якая роля належыць матэматычным мадэлям у ёй.

Неабходна падкрэсліць багацце, разнастайнасць і дынамізм метадычнага арсенала тэарэтычнага пазнання. Да яго належаць, акрамя разгледжаных вышэй, шматлікія іншыя метады (у тым ліку і агульналагічныя, як, напрыклад, скарэляваная з індукцыяй і супрацьлеглая ёй дэдукцыя), і ён увесь час узба-

гачаецца і ўдасканалваецца. Аналіз найважнейшых, прынцыповых пытанняў, звязаных з арганізацыяй і развіццём метадычнага боку навуковага (і тэарэтычнага, і эмпірычнага) пазнання, здзяйсняецца на метатэарэтычным яго ўзроўні.

### **1.2.3. Метатэарэтычны ўзровень навуковага пазнання**

*Метатэарэтычны ўзровень навуковага пазнання* – гэта ўзровень светапоглядных і метадалагічных яго асноў. На ім адбываецца інтэнсіўнае ўзаемадзеянне навукі з іншымі духоўнымі формамі, найперш з філасофіяй. Дадзенае ўзаемадзеянне з’яўляецца ў найвышэйшай ступені шматпланавым і рознабаковым. У кантэксце ўзаемадачынненняў філасофіі і навукі надзвычай важным падаецца той момант, што істотны іх сегмент мае дысцыплінарна арганізаваны характар. Адпаведная дысцыпліна – філасофія навукі – засяроджваецца на пытаннях аб існасці, асаблівасцях і мэтах навуковага пазнання. Да важнейшых яе задач якраз і належыць высвятленне метадалагічных асноў навукі. Даследаванні, што вяліся і вядуцца на дадзеным кірунку, як гэта і мае быць у выпадку філасофскіх пошукаў, спарадзілі цэлы шэраг тэарэтычных праектаў, якія прэтэндавалі і прэтэндуюць таксама і на нарматыўны статус. Такого кшталту праекты даў кожны гістарычны перыяд у развіцці стасункаў паміж філасофіяй і наукай, і кожны перыяд меў сярод іх сваіх фаварытаў і лідараў.

Яскравы прыклад (на сёння, аднак, ужо хутчэй гістарычнага парадку) скіраваных да навукі паспяховых і ўплывовых філасофскіх канцэпцый уяўляе *крытычны апрыярызм* І. Канта. Кант прызнаваў наяўнасць у свядомасці суб’екта першасных, дадзеных да ўсякага вопыту формаў сузірання, катэгорый, прынцыпаў, якія выступаюць як падстава для тэарэтычнага сінтэзу разнастайнага матэрыялу, атрыманага на пачуццёвым узроўні. У дадзенай пазіцыі выявіўся кантаўскі падыход да згаданай вышэй праблемы індукцыі. Філософ ні на ёту не сумняваўся ў праўдзівасці нютанаўскіх законаў, гэта значыць ён лічыў науку здольнай узняцца да ўсеагульных і неабходных па сваёй існасці ведаў. Разам з тым ён усведамляў, што такія веды не могуць быць набытыя індуктыўным шляхам: вопыт мае адкрыты характар, яго сведчанняў недастаткова для ўсеагульных і неабходных высноў. Таму Кант і шукаў падставы для такіх высноў у самім суб’екце, засяроджваючыся пры

гэтым на глыбокіх, сутнасных яго характарыстыках, уласцівых яму як разумнай істоце, гэта значыць інтэрсуб'ектыўных па сваім статусе і значэнні. Увогуле такая пазіцыя падаецца натуральнай для філосафа, у творчасці якога, як правіла, бачыцца крытычная ратыфікацыя “сістэматычнай формы, успрынятай матэматычнай фізікай на працягу васемнаццатага стагоддзя” [75, с.110].

Аб'ектывізм і арыентацыя на вопыт характарызуюць таксама *пазітывісцкі* метадалагічны праект. У ім адсутнічае, аднак, у адрозненне ад кантаўскай пазіцыі, апрыярыстычны кампанент. Тэрмін “пазітывізм” уыходзіць да слова “пазітыўны”, узятага як абазначэнне фактычнага, наяўнага, дадзенага (а не ў апазіцыі да “негатыўнага”) [40, с.267]. Прадстаўнікі пазітывісцкай традыцыі падкрэслівалі глыбокую ўзаемасувязь тэорыі і вопыту. Тэарэтычныя палажэнні разглядаюцца імі як бессэнсавыя, калі яны не дапускаюць эмпірычную праверку, здольную пацвердзіць іх, – *верыфікацыю* (ад лац. *veritas* – *праўда*). У дадзенай сувязі, аднак, зноў заяўляе пра сябе праблема індукцыі: верыфікацыя мае індуктыўны характар і таму не можа быць поўнай. Як растлумачыць у такім выпадку той факт, што ў навуцы фармулююцца палажэнні, у якіх фіксуюцца законы прыроды?

З імкнення вырашыць супярэчнасць паміж прэтэнзіямі і магчымасцямі пагрунтаванай на прынцыпе верыфікацыі індуктыўскай праграмы, прапанаванай у рамках пазітывізму, паўстаў *фальсіфікацыйнісцкі* праект (ад лац. *falsus* – *памылковы*). Ён быў распрацаваны К. Поперам, які зыходзіў з фундаментальнай асіметрыі паміж станоўчымі і адмоўнымі вынікамі эмпірычнай праверкі пэўных тэарэтычных утварэнняў: станоўчыя вынікі, колькі б іх ні было, не азначаюць адназначнага пацвярджэння тэорыі, у той час як дастаткова толькі аднаго адмоўнага, каб яе абвергнуць. Здольнасці тэарэтычнага ўтварэння быць абвергнутым назіраннямі і эксперыментамі ўвогуле надаецца тут крытэрыяльны статус: менавіта гэтай здольнасцю навуковыя веды адрозніваюцца ад ненавуковых. Таму найлепшы лёс, на які можа разлічваць навуковая тэарэтычная пабудова, – гэта, як падкрэслівалася вышэй, статус неабвержанай на дадзены момант гіпотэзы.

Фальсіфікацыйнізм арыентуе навукоўцаў на строга крытычнае стаўленне да ўсіх без выключэння тэарэтычных пабудов

(таму тэарэтычны кірунак, ля вытокаў якога стаіць К. Попер, і атрымаў назву “крытычны рацыяналізм”). І калі тэорыя не вытрымлівае працэдуру строгай крытычнай праверкі, якая мае, зрэшты, дэдуктыўны характар, ад яе неабходна адмовіцца. Такая мадэль паводзін павінна быць у найвышэйшай ступені прыцягальнай для навукоўцаў: яна звязана з новымі пошукамі, а значыць, і адкрыццямі. Сапраўды, няўдача дзейнай тэорыі з усёй відавочнасцю паказвае, што свет уладкаваны больш складана і цікава, чым мы меркавалі дагэтуль.

У навукоўцаў ёсць, аднак, іншае выйсце: паспрабаваць выратаваць яе пры дапамозе дадатковых тэарэтычных дапушчэнняў, якія ўводзяцца спецыяльна дзеля таго, каб пераадолець супярэчнасці, з якімі яна сутыкнулася (яны атрымалі назву *ad hoc*<sup>6</sup> гіпотэз). Крытыкі К. Попера даводзяць, што ў рэальнай даследчай практыцы найперш абіраецца менавіта гэты другі шлях. Яго праект выглядае ў іх вачах наіўна-рамантычным, прасякнутым духам нарматыўнасці і надта далёкім ад рэальнасці. У якасці яе рэалістычнай, памяркоўнай альтэрнатывы, таксама фальсіфікацыянісцкай па сваёй сутнасці, была прапанавана *метадалогія даследчых праграм* (І. Лакатас, 1922–1974). Ніхто не адмаўляецца (і не павінен адмаўляцца) ад тэорыі (дакладней, ад сукупнасці тэарэтычных пабудов, эксперыментальных тэхнік і г. д., аб’яднаных у даследчыя праграмы) пры з’яўленні першай яе супярэчнасці з вынікамі эксперыментаў і назіранняў. Толькі ў тым выпадку, калі супярэчнасці памнажаюцца і пагражаюць самому ядру даследчай праграмы, калі яна абрастае тлустым шыхтам *ad hoc* гіпотэз і, значыць, дэгенерыруе, яна павінна разглядацца як сфальсіфікаваная. У такіх умовах перамагае якаясьці яе канкурэнтка, бо супярэчнасці і цяжкасці, прысутныя ў наяўным складзе ведаў, выклікаюць да жыцця альтэрнатыўныя навукова-даследчыя праграмы, навуковыя тэорыі, стратэгіі творчага пошуку, якія спаборнічаюць паміж сабой.

Неабходна адзначыць, што сярод філасофска-метадалагічных канцэпцый сустракаюцца і праекты, якія ў філасофскай і навуказнаўчай літаратуры спалучаюцца з эпітэтам “радыкальныя” [40, с.238]. Да іх належыць, напрыклад, *операцыяналізм*. Згодна з патрабаваннямі дадзенай канцэпцыі, навуковыя па-

---

<sup>6</sup> Выраз “*ad hoc*” азначае ў перакладзе з лац. “для гэтага”.

няцці павінны фармулявацца выключна ў кантэксце аперацый і працэдур, што здзяйсняюцца з імі (у паняцці даўжыні, напрыклад, фіксуецца клас усіх эквівалентных яе вымярэнняў [40, с.237]). У іншым выпадку яны (і ўтвораныя на іх аснове выказванні) абвяшчаюцца пазбаўленымі сэнсу. Такого кшталту радыкальныя метадалагічныя канцэпцыі выяўляюцца, аднак, як аднабаковыя і занадта рэстрыктыўныя (абмежавальныя) для таго, каб перамагчы ў барацьбе ідэй і знайсці поўнае ўвасабленне ў практыцы навуковых даследаванняў. Дадзеная практыка – багатая, супярэчлівая і жывая – перапрацоўвае, трансфармуе і ўлучае ў свой жывы кантэкст пурыстычныя праекты, скіраваныя на яе дыстыляцыю. Так, тэарэтычная фізіка дапускае і павінна дапускаць разам з вызначанымі аперацыянальна такімі паняцці, для якіх непасрэдным аперацыянальным дэфініцыі немагчымыя [40, с.238; 46, т.6, с.1217]. Разам з тым – згодна з гістарычнымі фактамі – “яна, як і іншыя прыродазнаўчыя навукі, настолькі далёка ішла насустрач аперацыяналісцкім патрабаванням, што прынцыповая аперацыяналізацыя прыродазнаўчых тэорый была заўжды забяспечана” [40, с.238].

Сярод сучасных метадалагічных праектаў варта адзначыць таксама *канструктывізм*, прадстаўнікі якога імкнуцца да праўдзівага, пэўнага і трывалага абгрунтавання навуковых ведаў. Такое абгрунтаванне лічыцца імі як удалае ў тым выпадку, калі яе зыходныя тэзы будуць прынятыя кожным кампетэнтным удзельнікам прысвечанага ёй непрадузятага дыскурсу. Далейшая яе распрацоўка павінна ажыццяўляцца на грунце згаданых тэз пры дапамозе сродкаў, узятых з данавуковай практыкі і ёю абгрунтаваных. Данавуковыя моўныя і практычныя працэдурны атрымліваюць у канструктывізме, такім чынам, статус базісу, на якім мусіць быць усталявана навуковае пазнанне.

Сам факт пошукаў трывалага падмурку для навуковых ведаў пасярод хутчэй скептычнага стаўлення да падобнага кшталту намаганняў, якое дамінуе ў сучаснай заходняй філасофіі, выглядае досыць прывабна. Перспектыўнай падаецца і практычная арыентацыя згаданых пошукаў, хоць пры гэтым наўрад ці правамерна ігнараваць уплыў навукі на паўсядзённыя практычны вопыт, зварот да якога не можа быць гарантам выключэння “заганнага кола” пры адпаведным абгрунтаванні тэарэтычных

навуковых пабудоў. Акрамя таго, крытыкі канструктывізму ўказваюць на яго напружаныя стасункі з пэўнымі навуковымі тэорыямі. Так, яго прадстаўнікі сутыкнуліся з цяжкасцямі пры спробах абгрунтавання рэлятывісцкай фізікі, якая звяртаецца да далёкай ад паўсядзённых уяўленняў неэўклідавай геаметрыі. Таму вынікі іх пошукаў нельга ахарактарызаваць як пераканаўчыя.

На думку В.С. Сцёпіна, навуказнаўчыя працы якога з’яўляюцца надзвычай уплывовымі на постсавецкай філасофскай прасторы, акрамя філасофскіх асноў навуковага пазнання (ядро якіх якраз і ўтвараюць філасофска-метадалагічныя канцэпцыі) да яго метатэарэтычнага ўзроўню належаць таксама *ідэалы і нормы навуковых даследаў і навуковая карціна свету (рэальнасці)*. Ідэалы і нормы даследавання ён падзяляе на тры групы: ідэалы і нормы абгрунтавання і апісання; ідэалы даказанасці і абгрунтаванасці ведаў; ідэалы іх будовы (арганізацыі) [85, с.705]. Кожную з гэтых груп неабходна разглядаць як адносна самастойныя формы нарматыўна-метадалагічнага забеспячэння навуковага пазнання. Узятая ў абумоўленым іх цеснымі ўзаемасувязямі адзінстве, яны задаюць абагульненую схему пазнавальнай дзейнасці, “якая робіць магчымым даследаванне аб’ектаў пэўнай сістэмнай арганізацыі” [85, с.706].

В.С. Сцёпін падкрэслівае таксама шматузроўневы характар ідэалаў і нормаў навуковых даследаў з пункту гледжання “структуры іх зместу”. Пры гэтым ён вылучае, па-першае, агульнанавуковы ўзровень, узровень, які адрознівае навуку ад іншых формаў пазнавальнай дзейнасці, па-другое, – узровень, на якім агульнанавуковыя нормы і прынцыпы канкрэтызуюцца, фігуруючы як “ідэалы і нарматывы, што ахарактарызуюць навуку пэўнай гістарычнай эпохі”, і, па-трэцяе, – ідэалы і нормы пэўнай галіны навуковага пазнання, якія выступаюць як канкрэтызацыя папярэдняга структурнага ўзроўню [85, с.707].

*Навуковая карціна свету* выступае як сістэма грунтоўных уяўленняў аб рэчаіснасці (аб элементарных аб’ектах, аб тыпах аб’ектаў і іх узаемадзеянняў, аб прасторы і часе), выпрацаваных у працэсе гістарычнага развіцця навуковага пазнання. Яна з’яўляецца сінтэзам дасягненняў розных навук і фігуруе ў гэтым плане як *агульнанавуковая*. Сістэма грунтоўных уяўленняў аб прыродзе ўтварае *прыродазнаўчую карціну свету*, якая ўяўляе адносна самастойную духоўную форму, адрозную ад

той, што сінтэзуе веды, набытыя ў галіне грамадазнаўства. І, нарэшце, пэўныя асаблівасці светабачання, уласцівыя кожнай канкрэтнай навукавай дысцыпліне, дазваляюць весці гаворку пра тое, што і на іх узроўні сінтэзуюцца адмысловыя – *лакальныя*, ці *спецыяльныя*, – карціны свету [85, с.703–704].

Неабходна адзначыць, што эмпірычныя, тэарэтычныя і мета-тэарэтычныя кампаненты навуковага пазнання знаходзяцца ва ўзаемадзеянні паміж сабой. Згаданае ўзаемадзеянне мае няпросты, супярэчлівы характар, і на пэўных – крызісных – этапах развіцця навукі назіраюцца вострыя калізій, што патрабуюць радыкальных трансфармацый сістэмы навуковых ведаў. Для апісання ўзаемадачынненняў паміж узроўнямі навуковага пазнання можна выкарыстаць (дастаткова гіпатэтычную) схему, што грунтуецца на аналогіі з тэарэтычнай канструкцыяй, на аснове якой здзяйсняўся марксісцкі аналіз гістарычнага развіцця грамадства. Эмпірычнае пазнанне выступае як найбольш дынамічны кампанент навукі. Тэарэтычныя пабудовы ствараюць рамкі для яго разгортвання і накіроўваюць яго ў пэўнае рэчышча. Аднак аднойчы надыходзіць момант, калі згаданыя рамкі ператвараюцца ў перашкоду для далейшага развіцця эмпірычных даследаванняў і назіраецца, такім чынам, крызісная пазнавальная сітуацыя. У яе варунках асаблівае значэнне набываюць феномены метатэарэтычнага ўзроўню (своеасаблівая “надбудова” ў сістэме навукі). Адпаведныя супярэчнасці вырашаюцца праз навуковую рэвалюцыю, у выніку якой ствараецца новая – спрыяльная для развіцця навукі – тэарэтычная (супер) структура.

#### **1.2.4. Дысцыплінарная структура навукі**

З пункту гледжання таго, што навуковае пазнанне мае прадметны характар, скіравана на рэчаіснасць, на яе пэўныя сегменты, яно таксама пэўным чынам выбудавана: за пэўнымі рэчаіснымі сферамі замацоўваюцца пэўныя галіны пазнання – навуковыя дысцыпліны. Дысцыплінарная структура навукі характарызуецца гістарычнасцю, яна змяняецца, мадыфікуецца: паўстаюць новыя сувязі паміж яе элементамі, змяняецца іх сутнасць, узнікаюць новыя элементы. У дынаміцы згаданай структуры выяўляюцца, такім чынам, дзве ўзаемадапаўняльныя тэндэнцыі – да *дыферэнцыяцыі* і да *інтэграцыі* навуковых ведаў. Гэтыя ўзаемавыключальныя тэндэнцыі не толькі дапаў-

няюць адна адну: яны настолькі цесна звязаны паміж сабой, што кожная істотным чынам уплывае на іншую. Дыферэнцыяцыя навуковых ведаў, узнікненне новых навук ускладняюць і ўзбагачаюць сістэму стасункаў у сферы навуковага пазнання і таму спрыяюць разгортванню ў ёй інтэграцыйных працэсаў. Інтэграцыйныя сувязі паміж навукамі, у сваю чаргу, могуць паглыбляцца да такой ступені, што на іх аснове ўзнікае новая навуковая дысцыпліна, гэта значыць тут адбудзецца прасоўванне наперад у плане дыферэнцыяцыі.

Паколькі ў структуры рэчаіснасці ў якасці найгрунтоўнейшых элементаў выступаюць вялікія прадметныя сферы, істотным чынам адрозныя адна ад адной, але і цесна звязаныя паміж сабой, і паколькі кожная з гэтых сфер таксама мае структураваны характар, то кожнай з іх прысвечаны цэлы комплекс навук. Так, прыроду як быццё, вызначанае іманентнымі яму законамі (І. Кант), вывучаюць *прыродазнаўчыя* навукі, чалавек як духоўную істоту, сістэму яго сацыяльных стасункаў, усе кірункі і праявы яго творчай дзейнасці ў іх гістарычным развіцці – *сацыягуманітарныя*. У працэсе згаданай дзейнасці чалавек пераўтварае рэчаіснасць, стварае другую прыроду – сістэму штучных аб'ектаў, якія робяць свет для яго больш утульным, а жыццё ў ім – больш зручным і лёгкай. Дадзены аспект чалавечай дзейнасці можа быць ахарактарызаваны як тэхніка, і яму таксама прысвечаны спецыяльны комплекс навук – *тэхнічныя* навукі. Філасофія, логіка і матэматыка маюць асобы статус у сістэме навуковага пазнання, выконваюць у яго абсягу асаблівыя функцыі і займаюць у ім выдатнае месца.

Такім чынам, з пункту гледжання задач, сродкаў і вынікаў *навукова-даследчай дзейнасці ў ёй вылучаюцца эмпірычны, тэарэтычны і метатэарэтычны ўзроўні. Эмпірычны ўзровень – гэта ўзровень навуковага вопыту, які ў агульнапазнавальным кантэксце выступае як сінтэз пачуццёвага і рацыянальнага кагнітыўных пачаткаў, а ў навуковым – набывае метадычна арганізаваны характар. Да асноўных метадаў эмпірычнага пазнання належаць эксперымент, назіранне, вымярэнне, апісанне, мадэляванне і індукцыя (якая ўжываецца і па-за межамі навуковага пазнання). У выніку даследаванняў, здзейсненых на ўзроўні навуковага вопыту, фіксуюцца факты, датычныя пэўнай сферы рэчаіснасці, выяўляюцца істотныя сувязі і карэляцыйныя феномены, што да яе належаць. Іх сістэматычны*

разгляд, тлумачэнне, аднак, адбываюцца на тэарэтычным узроўні навукі. Асноўнай формай навуковых ведаў на гэтым узроўні з'яўляецца тэорыя, якая і дала яму яго імя. Асноўнай характарыстыкай тэорыі з'яўляецца яе сістэмнае ўладкаванне. Тыповым для навукі спосабам такога ўладкавання з'яўляецца аксіяматызацыя. Найважнейшымі метадамі тэарэтычнага пазнання з'яўляюцца метады ідэалізацыі, уяўны эксперымент, гіпатэтычна-дэдуктыўны метады, метады матэматычнай гіпотэзы, матэматычнае мадэляванне.

Метатэарэтычны ўзровень навукі – гэта ўзровень светапоглядных і метадалагічных яе асноў. На гэтым узроўні яна ўзаемадзеінічае з філасофіяй. У кантэксце згаданага ўзаемадзеяння быў выпрацаваны шэраг метатэарэтычных праектаў (крытычны апрыярызм, фальсіфікацыянізм, аперацыяналізм і інш.). У структуры згаданага ўзроўню ў нашым культурным кантэксце традыцыйна вылучаюцца таксама ідэалы і метады навуковага даследавання і навуковая карціна свету.

Даследуючы рэчаіснасць, якая мае структураваны характар, навука структуруюцца ў адпаведнасці з ёю. У гэтым плане яна выяўляе дысцыплінарную будову. Навуковыя дысцыпліны можна згрупаваць у сацыягуманітарныя, прыродазнаўчыя і тэхнічныя – у адпаведнасці з тым абсягам рэчаіснасці, што вывучаецца кожным з гэтых комплексаў навук. Па-за межамі дадзенай класіфікацыі застаюцца філасофія, логіка і матэматыка, якія маюць асобы статус у сістэме навуковага пазнання.

### Пытанні і заданні

1. Як вы лічыце, ці магчыма адаптацыя спецыяльных метадаў адной навукі да задач і патрэб другой? Чаму так ці не?

2. Наколькі пажаданай і плённай для навукі была б, на вашу думку, такая мадэль узаемадачынненняў эмпірычнага і тэарэтычнага яе ўзроўняў, у якой вопыт здзяйсняў бы татальны кантроль над тэорыяй? Ці згодны вы з меркаваннем, што на самай справе тэорыя дамінуе над вопытам (як даводзіць А. Эйнштэйн у гутарцы з В.Гейзенбергам, “толькі тэорыя вырашае, што можна назіраць” [44, с.92])?

3. Магчыма, найбольш вядомая са звышновых зорак з'явілася на небе 4 ліпеня 1054 г. Яна была настолькі яркай, што яе можна было бачыць нават удзень на працягу некалькіх тыдняў.

Аднак дадзеная падзея зусім не згадваецца ў заходніх гістарычных крыніцах гэтай эпохі: Захад, аслеплены верай у арыстоцэлеўскую тэзу пра нязменнасць надмесячнага свету, не заўважыў новую зорку, нягледзячы на яе незвычайную яркасць [89, с.93]. Прааналізуйце дадзены факт з пункту гледжання суадносін эмпірычнага, тэарэтычнага і метатэарэтычнага ўзроўняў навуковага пазнання.

4. На думку К. Попера, дысцыплінарная структура навукі з'яўляецца фікцыяй. Навукі фігуруюць толькі як адміністрацыйныя адзінкі для арганізацыі навучальнага працэсу ва ўніверсітэтах. На самай справе “ёсць толькі праблемы і неабходнасць вырашыць іх” [74, с.5]. А вось В.С. Сцёпін мяркуе, што ў сучасных умовах у якасці зыходнай адзінкі лагічна-метадалагічнага аналізу навуковага пазнання “неабходна разглядаць навуковую дысцыпліну як сістэму складана арганізаваных тэарэтычных ведаў, якія знаходзяцца ў працэсе развіцця, у іх сувязях з вопытам, з асновамі дадзенай дысцыпліны, а праз іх з іншымі навукамі і сацыякультурным кантэкстам” [15, с.12]. Якому пункту погляду вы аддаеце перавагу? Чаму?

### **1.3. Гістарычная эвалюцыя разумення прыроды ў філасофскай і навуковай культуры**

*Паняцце прыроды ў рэlevantным для вызначэння сутнасці прыродазнаўства сэнсе фіксуе сферу рэчаіснасці, элементы якой узнікаюць і функцыянуюць незалежна ад чалавека. У гэтым плане прырода супрацьпастаўляецца культуры і грамадству. Філасофскае разуменне прыроды, яе вобраз у культуры, канцэптуальныя асновы яе навуковага (прыродазнаўчага) спасціжэння эвалюцыянавалі, змяняліся з кожнай новай гістарычнай эпохай.*

У антычнай Грэцыі з дадзеным паняццем звязвалася найперш здольнасць да спараджэння, здольнасць выклікаць працэсы станаўлення. (У гэтым плане назва “фізіка” больш пасавала б сучаснай хіміі, чым фізіцы [20, с.20].) Разам з тым у раннім антычным мысленні распрацоўваецца і разуменне прыроды як існасці рэчаў, як іх асновы, як іх якаснага ўладкавання [34, т.3, с.58]. Асаблівае значэнне для антычнага разумення прыроды і прыродных працэсаў мела творчасць Арыстоцеля (384–322 гг. да н.э.). Менавіта ён ясна і выразна выявіў адрозненне паміж

*прыродным (якое мае прынцып свайго руху ў самім сабе) і тым, што належыць да сферы чалавечага ўмельства (тэхнэ і поіэзіс) і выступае як перайманне натуральнага. З пункту гледжання ўплыву на далейшае развіццё філасофскіх і навуковых уяўленняў пра прыроду ў антычнай традыцыі неабходна адзначыць таксама пантэістычную канцэпцыю стоікаў (“для біёлага і натурфілосафа Эрнста Гекеля яна была яшчэ і напачатку нашага<sup>7</sup> стагоддзя дзейснай натурфіласофскай крыніцай” [34, т.3, с.509]). У ёй прырода спасцігаецца як Боская і творчая сіла.*

Сярэднявечча разглядала прыроду ў рэлігійна-тэалагічным кантэксце. Тым не менш у сярэднявечным мысленні – хоць вельмі паступова, але няўхільна – здзяйсняецца тэндэнцыя да прызнання *аўтаномнага характару заканамерных сувязей прыроды* і імкненне да яе пазнання ў гэтай аўтаномнасці. (Праўда, яно павінна ў канчатковым выніку зноў-такі прывесці да Бога, да больш глыбокага ўсведамлення яго мудрасці і ўсёмагутнасці.)

Згаданая тэндэнцыя ў сярэднявечнай культуры падрыхтавала інтэлектуальныя навацыі ў разуменні прыроды, характэрныя для эпохі Адраджэння. Вялікая роля ў гэтым разуменні належыць пантэістычнаму прынцыпу, і прырода зноў (як і ў стоікаў) паўстае як бясконца і творчая сіла, як увасабленне Боскага духу. Задача чалавека ў тым, каб адчуць і ахапіць розумам гармонію адухатворанага космасу і спрыяць яе ўсё больш поўнаму здзяйсненню. Адсюль вынікае *неабходнасць усебаковага вывучэння прыроды і пагрунтаванай на набытых ведах актыўнай дзейнасці ў ёй*. Пры гэтым назіраецца імкненне задзейнічаць самыя разнастайныя пазнавальныя стратэгіі і працэдуры – ад магічных практык да карпатлівага індуктыўнага даследавання пэўных сегментаў рэчаіснасці.

На гэтай аснове, з аднаго боку, паўстала *механістычнае* бачанне прыроды, уласцівае навуцы сучаснага тыпу, што народжвалася ў той час, – бачанне яе як дасканалага механізма. Яго пераняла і асветніцкая філасофія, што арыентавалася на навуку, у рэчышчы якой разгортваліся і творчыя пошукі Канта. Вынікам згаданых пошукаў з’явілася прыведзенае вышэй (гл. 1.2.4) *разуменне прыроды як вызначанага законамі быцця*.

---

<sup>7</sup> Маецца на ўвазе XX ст.

Адэкватная карціна прыродных працэсаў павінна грунтавацца, значыць, на выяўленні іх фундаментальных законаў, як гэта адбываецца ў класічным прыродазнаўстве.

З другога боку, не згубілася і іншая традыцыя – традыцыя яе разгляду як жывой і творчай сілы. Гэты разгляд грунтаваўся на дыялектычных прынцыпах, прынцыпах развіцця, універсальнай сувязі, тоеснасці супрацьлеглых пачаткаў. У рэчышчы згаданай традыцыі паўсталі дыялектычна-спекулятыўныя натурфіласофскія канцэпцыі, прапанаваныя ў рамках нямецкага класічнага ідэалізму. Разуменне прыроды як *дыялектычна арганізаванай цэласнасці, якая знаходзіцца ў працэсе няспыннага руху і развіцця*, характарызуе таксама марксісцкую філасофію, скарэляваную з вялікімі дасягненнямі прыродазнаўства XIX ст., найперш з эвалюцыйнай тэорыяй.

Ж. Манод разглядае супрацьстаянне згаданых дзвюх традыцый у кантэксце дынамікі і версіфікацыі дачынення чалавека да прыроды. Спачатку дадзенае дачыненне мела анімістычны характар. Усе матэрыяльныя аб'екты спасцігаліся ў ёй як адухатвораныя. У сувязі з гэтым нежывыя, на першы погляд, рэчы рабіліся больш таямнічымі, чым людзі і жывёлы. Сапраўды, іх глыбока схаваныя душы мусілі сілкаваць таксама глыбока схаваны, патаемны праект. Такім чынам, па сваіх найістотнейшых характарыстыках Чалавек і Прырода ўтваралі адзінае цэлае, Прырода не магла быць далёкай і чужой Чалавеку, абыхавай да яго. Пагрунтаваная на прынцыпе аб'ектыўнасці навуковая версія згаданага дачынення разбурала дадзенае адзінства. Але, як лічыць Ж.Манод, па-за межамі ўсталяванага міфалагічным анімізмам глыбокага альянсу Чалавека і Прыроды чалавецтву, магчыма, не застаецца нічога іншага, акрамя пачуцця самоты. У гэтым плане пошукі альтэрнатыў характэрнаму для класічнай навукі бачанню прыроды навуковец звязвае з імкненнем абараніць згаданы альянс і разглядае іх як новы варыянт “касмічнага анімізму” [64, с. 43–44].

Рэвалюцыя ў прыродазнаўстве, што адбылася ў пачатку XX ст., і далейшае развіццё сучаснай навукі праблематызавалі суадносіны неабходнасці і выпадковасці ў самой аснове прыродных з'яў і працэсаў. Згодна з квантава-механічным (праўда, небяспрэчным) іх апісаннем згаданую аснову ўтвараюць статыстычныя законы. Гэта азначае, што яна ўяўляе сабой *непадзельнае дыялектычнае адзінства неабходнага і выпадковага*,

а таму змяшчае ў сабе момант адкрытасці (няпэўнасці) у дачыненні да будучага развіцця. *Сістэмнае бачанне прыроды, ідэя, згодна з якой у ёй дамінуюць менавіта адкрытыя сістэмы* (адкрытыя для ўзаемадзеяння са сваім асяроддзем – таму для іх адкрыты разнастайныя шляхі ў будучыню), займаюць цэнтральнае месца ў тэорыях самаарганізацыі. Навука імкнецца, такім чынам, выпрацаваць новы вобраз прыроды, блізкі да духоўнага свету чалавека і чалавецтва, здольны да гарманічнага яднання з гэтым апошнім. З дадзенай тэндэнцыяй арганічна стасуецца той момант, што ў сучасным навуковым пазнанні даследчык уключаецца як дзейная цялесная істота ў прыродны кантэкст, які ім даследуецца. Усё гэта сведчыць пра выпяванне перадумоў для прыняцця новай сістэмы дачыненняў чалавека і прыроды, пэўныя адзнакі якой ужо знаходзяць адбітак у (бія)этычных пошуках (гл. 4.16).

Такім чынам, прырода ў кантэксце прыродазнаўчага яе спасціжэння выступае як сфера рэчаіснасці, элементы якой узнікаюць і функцыянуюць незалежна ад чалавека. Яе вобраз эвалюцыянаваў і эвалюцыянуе ў культуры ўвогуле і ў яе навуковым сегменце. Згаданае вышэй уяўленне пра спецыфіку прыроднага ў дачыненні да створанай чалавекам “культурнай” рэчаіснасці з’яўляецца набыткам антычнай традыцыі (Арыстоцель). У эпоху Антычнасці было выпрацавана і разуменне прыроды як Боскай і творчай сілы (стоікі). У Сярэднявеччы прырода разглядалася ў рэлігійна-тэалагічным кантэксце. Разам з тым у рамках дадзенага кантэксту выяўляецца тэндэнцыя да спасціжэння прыродных працэсаў і феноменаў у яе адноснай аўтаномнасці, што рыхтавала глебу для рэнесансавай іх інтэрпрэтацыі. Выдатныя інтэлектуалы эпохі Адраджэння бачылі задачу чалавека ў тым, каб адчуць і ахапіць розумам гармонію адухатворанага космасу і спрыяць яе ўсё больш поўнаму здзяйсненню. Адсюль вынікала неабходнасць усебаковага вывучэння прыроды і актыўнай дзейнасці ў ёй. На аснове рэнесансавых інтэлектуальных навацый паўсталі найважнейшыя традыцыі ў яе разуменні, характэрныя для Новага часу, – механічная, на грунце якой узнікла навука сучаснага тыпу, і дыялектычна-спекулятыўная, якая ўвасобілася найперш у натурфіласофскіх пабудовах прадстаўнікоў нямецкага класічнага ідэалізму. Сучаснае навуковае пазнанне няўхільна прасоўваецца да новага вобраза прыроды, характэрнай рысай якога з’яўляецца адкрытасць, найперш

*адкрытасць для разнастайных шляхоў у будучыню. У сувязі з гэтым і чалавек павінен па-новаму паглядзець на сваё месца ў прыродным цэлым і выпрацаваць новыя патрабаванні да сябе і да сваіх дачыненняў з ім.*

### Пытанні і заданні

1. Якая з тэндэнцый у спасціжэнні існасці прыроды, што выявіліся ў духоўных пошуках чалавецтва, найбольш блізкая вам? Чаму?

2. У якім плане ўсеагульнае разуменне прыроды з'яўляецца важным для навукі?

3. Параўнайце характэрныя для Антычнасці версіі разумення прыроды і сучасныя падыходы. Якія агульныя рысы і якія адрозненні існуюць у яе бачанні старажытным элінам і сучасным чалавекам?

4. Ці пагодзіцеся вы з Ж. Манодам у тым, што навука з уласцівым ёй прынцыпам аб'ектыўнасці адчужае чалавека ад прыроды? Наколькі абгрунтаваным і слушным падаецца вам прапанаваны І. Прыгожыным адказ Ж. Маноду: навука зусім не абавязкова павінна спасцігаць прыроду як механічнае, маркотна-манатоннае, закрытае ўтварэнне?

### **1.4. Агульная характарыстыка асноўных прыродазнаўчых дысцыплін**

Прыродазнаўчыя навукі ўтвараюць складаную сістэму, у чым выяўляецца надзвычайная складанасць самой прыроды. Пададзеная ў сваім найпрасцейшым выглядзе, аднак, згаданая сістэма мае двухчленную будову, у якой адлюстроўваецца фундаментальная дыхатамія натуральнага свету, яго падзел на дзве падсістэмы – свет нежывога і свет жыцця. У адпаведнасці з гэтым у сістэме навуковага пазнання можна вылучыць навукі, прысвечаныя найперш нежывой прыродзе, і навукі, у цэнтры ўвагі якіх – жыццё. Падкрэслім, што мяжа паміж імі (як і паміж іх прадметнымі сферамі) ні ў якім разе не з'яўляецца абсалютнай: яны ўзаемазвязаныя, знаходзяцца ў стане інтэнсіўнага ўзаемадзеяння і ўзаемаўплыву.

У больш канкрэтным плане ў сістэме прыродазнаўчых навук неабходна адзначыць у першую чаргу *фізіку* і *біялогію*, якія самым яскравым чынам прадстаўляюць вылучаныя вышэй іх класы, а таксама *хімію* як своеасаблівага пасярэдніка паміж імі.

Акрамя таго, у кантэксце распрацоўкі цэласнага погляду на прыродныя працэсы асаблівае значэнне мае *фізічная касмалогія* – навука, якая ўзнікла ў памежжы, утвораным некалькімі галінамі ведаў.

#### 1.4.1. *Фізіка*

Тэрмін “фізіка” (ад старажытнагр. *physis* – *прырода*) узнік у абсягу антычнай філасофскай культуры (у Арыстоцеля ён абазначаў галіну ведаў, што належала да тэарэтычных навук і разглядалася як навука, прысвечаная руху, яго істотным прычынам; пры гэтым рух інтэрпрэтаваўся надзвычай шырока – як працэс усялякага змянення прыродных аб’ектаў, асабліва арганічных). У сучасным кантэксце ён ужываецца для абазначэння навуковай дысцыпліны, *што вывучае фундаментальныя, базісныя прыродныя з’явы, аб’екты і працэсы (матэрыю ў яе грунтоўных характарыстыках і найперш яе рух)*. У сувязі з гэтым фізіку можна вызначыць як фундаментальную навуку пра прыроду. Таму ўжо з часу свайго вылучэння ў самастойную галіну ведаў яна прэтэндавала на статус навукі-лідара ў сістэме прыродазнаўчага пазнання (праўда, у сучасных умовах у яе з’явілася канкурэнтка: з аналагічнымі прэтэнзіямі выступіла і біялогія).

Фундаментальнае значэнне фізікі ў сістэме навуковых ведаў надзвычай энергічна падкрэслівалі філосафы-неапазітывісты. Яны разглядалі мову дадзенай дысцыпліны як аснову адзінай навуковай мовы [46, т.7, с.947], даводзілі ў сувязі з гэтым пра грунтоўнае адзінства навукі, што паслужыла падставай для распрацоўкі рэдукцыянісцкага метатэарэтычнага праекта [46, т.8, с.379]. *Рэдукцыянізм* – гэта звязненне пэўных навуковых тэорый да іншых – грунтоўных у дачыненні да іх. Разам з тым як рэдукцыянісцкая характарызуецца такая інтэлектуальная пазіцыя, у рамках якой складаныя феномены вытлумачваюцца праз іх звязненне да больш простых і на ўзроўні гэтых больш простых з’яў. Неабходна адзначыць, што дадзеная метадалагічная стратэгія, якая атрымала найперш форму *фізікалізму* (за ім і стаіць разгляд мовы фізікі як асновы адзінай навуковай мовы), сутыкаецца са справядлівай і абгрунтаванай крытыкай прадстаўнікоў іншых эпістэмалагічных кірункаў. Аднак тэза, згодна з якой фізіка мае фундаментальны характар, зусім не абавязкова вядзе да рэдукцыянісцкай эпістэмалагічнай праграмы. Наяўнасць падмурку зусім не азначае, што ўся пабудова

можа ці павінна быць звязана да яго. Фізіка была і застаецца падмуркам прыродазнаўства, адкуль не вынікаюць ні магчымасць, ні неабходнасць звязання да яе хіміі і біялогіі.

Да праяў грунтоўнасці дадзенай навуковай дысцыпліны належыць, сярод іншага, і той момант, што шмат якія з важных і значных для яе феноменаў заўжды выклікалі вялікую цікавасць у філосафаў. *Матэрыя, рух, прастора, час* – паняцці, якія фіксуюць ключавыя аспекты ў праблемным полі фізікі, – прадстаўлены і на ўзроўні філасофскай тэрміналогіі, адкуль вынікае, што адпаведныя праблемы маюць філасофскае вымярэнне і значэнне. У філасофскіх развагах яны набываюць, безумоўна, другое змястоўнае нападзенне, бо філосаф разглядае звязаную з імі праблематыку ў іншым ракурсе, з іншага – рэфлексіўнага – пункту гледжання (гэта значыць філосафа хвалюе найперш пытанне, як мысліць матэрыю, рух, прастору і час, а фізік цікавіцца тым, што яны ўяўляюць сабой з аб’ектыўнага боку). Неабходна, аднак, зноў-такі ўказаць на істотныя ўзаемасувязі паміж адпаведнымі падыходамі і на важнасць дыялога філасофіі і фізікі ў гэтым плане. Яны могуць шмат што даць адна адной у рамках сваіх дыялагічных стасункаў. Для гэтага неабходна, аднак, каб філасофія не ставіла сябе панад фізікай (як спекулятыўная натурфіласофія), а фізіка не заціскала сябе ў рамкі аднабаковага эмпірызму.

Сфера фізічных даследаванняў звязана, безумоўна, не толькі з філасофскімі пошукамі. Важнае значэнне для яе мае ўзаемадзеянне з іншымі навуковымі дысцыплінамі. У дадзенай сувязі неабходна ў першую чаргу адзначыць асабліва цесныя яе стасункі з *матэматыкай*, якія вылучаюць яе сярод іншых навук (пра што гаворка пойдзе ў наступным параграфі). Інтэнсіўна і плённа ўзаемадзеічае фізіка і з іншымі прыродазнаўчымі дысцыплінамі, а таксама тэхнічнымі навукамі, нярэдка надаючы ім магутныя імпульсы для новых пошукаў і атрымліваючы ад іх, у сваю чаргу, істотныя імпульсы для ўласнага самаразвіцця.

#### 1.4.2. Касмалогія

*Касмалогія* – гэта навука, якая даследуе ўзнікненне, развіццё, структуру і ўласцівасці *Сусвету* ў яго *цэласнасці і ўпарадкаванасці*. Упарадкаванасць выступае як надзвычай важны аспект паняцця “космас”. Ужо ў антычнай культуры было выпрацавана ўяўленне пра Сусвет як гарманічна ўладкаванае

ўтварэнне, і слова “κόσμος”, якое азначала спачатку *загад* і *ўсталяваны праз загад парадак* [46, т.4, с.1176], развілося ў грунтоўнае філасофскае паняцце, у якім фіксавалася і замацоўвалася згаданае ўяўленне.

У дадзеным навукова-метадычным дапаможніку тэрміны “Сусвет,” “космас” (а таксама “ўніверсум”<sup>8</sup> і “метagalактыка”) ужываюцца як лагічныя сінонімы. З аднаго боку, прыродазнаўчы кантэкст апраўдвае такія падыход, бо ўсе яны, з пункту гледжання фізіка, абазначаюць ідэнтычны аб’ект. Акрамя таго, Сусвет (таксама як і космас, універсум, метagalактыка) фізіка найперш спалучаецца з эпітэтамі “бачны”, “ўспрымальны” “даступны назіранням”<sup>9</sup>, што фіксуе тоеснасць згаданых тэрмінаў у надзвычай важным змястоўным аспекце. З іншага боку, аднак, канцэпцыя *множнасці ўніверсумаў* (мультысусвету), хоць і не цэнтральная, але прысутная і адметная як у касмалагічнай традыцыі, так і ў сучаснай навуцы, патрабуе ў дадзеным выпадку ўліку субтыльных і тонкіх катэгарыяльных адрозненняў (як гэта мае месца, напрыклад, у інтэрпрэтацыі нашай метagalактыкі як часткі Вялікага Сусвету).

Тым не менш прыродазнаўцы, як правіла, не надта схільныя да выяўлення тонкіх катэгарыяльных нюансаў. (Пра гэта сведчыць, напрыклад, факт досыць распаўсюджанага ўжывання тэрміна “ўніверсум” у множным ліку. З філасофскага пункту гледжання яно выглядае вельмі няпэўным, улічваючы, што згодна са сваёй этымалогіяй згаданы тэрмін мае на мэце выяўленне ўсёабдымнасці, усеагульнасці, а таму і ўнікальнасці аб’екта касмалагічных доследаў і разважанняў [34, т.2, с.868; 46, т.11, с.224].) У цэнтры нашай увагі будзе знаходзіцца далей менавіта *Сусвет фізіка*, гэта значыць *уладкаваны на аснове фізічных законаў мегасвет*, што выступае як аб’ект навуковага вывучэння. Таму пры далейшым ужыванні згаданых вышэй тэрмінаў будзе акцэнтавацца хутчэй іх узаемная блізкасць (што ўласціва фізікам), чым іх вытанчаныя спецыфічныя нюансы (на якія павінен зважаць філосаф).

<sup>8</sup> Тэрмін “універсум” этымалагічна ўзыходзіць да лацінскага слова “universitas”, уведзенага ў навуковы зварот Цыцэронам (106–43 гг. да н.э.), які ўжыў яго падчас перакладу платонаўскага “Тымея” менавіта ў сэнсе “цэлае”, “Сусвет”, “усё” (як аналаг выразу “to pan”) [46, т.11, с.212].

<sup>9</sup> Неабходна адзначыць, што ўспрыманне гіганцкіх касмічных структур мае свае асаблівасці: яны ніколі не назіраюцца ў актуальным стане. Адзіная крыніца інфармацыі пра іх – гэта іх выпраменьванне, а яно можа распавесці нам толькі пра мінулае гэтых структур. Прычынай такога стану рэчаў з’яўляецца немагчымасць імгненнай перадачы на адлегласць фізічнага сігнала.

Тэрмін “касмалогія” ўжываўся ў XVIII і XIX вв. для абазначэння той галіны метафізікі, якая вывучае Сусвет як натуральную сістэму фізічных субстанцый. Пры гэтым фіксавалася выразная рознасць паміж навуковай – філасофскай (*cosmologia scientifica*) – і эмпірычнай, эксперыментальнай касмалогіяй (*cosmologia experimentalis*). Апошняя з цягам часу ўсё больш выходзіла на перады план і ў XX ст. забяспечыла сабе вяршэнства (у плане духоўнага, культурнага ўплыву) над спробамі распрацоўкі філасофскіх яе версій (як гэта мела месца, напрыклад, у творчасці А.-Н. Уайтхеда (1861–1947)) [46, т.4, с.1154]. Істотны ўплыў на такое разгортванне падзей мелі поспехі фізікі, якая заўжды выступала як аснова прыродазнаўчай касмалогіі. Пасоўванне наперад у разгортванні фундаментальных фізічных даследаванняў стварала і стварае тэарэтычныя рамкі для фармулёўкі і вырашэння касмалагічных праблем. Дзякуючы інтэнсіўнаму развіццю опыці касмолагі маюць у сваім распараджэнні эфектыўныя сродкі для вядзення назіранняў, якія ў сучасных умовах робяць магчымай эмпірычную праверку тэарэтычных пабудов, што апісваюць гіганцкія касмічныя структуры.

Узаемныя стасункі фізікі і касмалогіі нельга, аднак, уяўляць сабе такім чынам, нібыта яны маюць аднабаковы характар і касмалогіі належыць у іх рамках толькі роля рэцыпіента. У пэўным сэнсе яна папярэднічае фізіцы і выступае як яе перадумова, выконваючы ў дачыненні да яе і донарскія функцыі. Справа ў тым, што “для ўсіх касмічных падсістэм, гэта значыць для адвольна абраных лакальных абсягаў, касмалогія вызначае пачатковыя і дадатковыя ўмовы” даследчай дзейнасці [34, т.2, с.866]. Дадзены момант выяўляецца найперш у тым, што грунтоўна важныя для разгортвання фізічных тэорый глабальныя ўяўленні пра прастору і час маюць, фактычна, касмалагічны характар [34, т.2, с.866–867].

Глыбокая ўзаемасувязь касмалогіі і фізікі выяўляецца ў тым, што касмалогія экстрапалюе грунтоўныя фізічныя тэорыі<sup>10</sup>, асабліва тэорыю гравітацыі, на Сусвет у цэлым [34, т. 2, с.866].

<sup>10</sup> У навуковай літаратуры даводзіцца ў дадзенай сувязі, што згаданая экстрапаляцыя фізічных тэорый на космас у цэлым азначае разам з тым досыць эфектыўную праверку кожнай з іх і іх узаемнай спалучальнасці [34, т.2, с.866]. Касмалогія фігуруе, такім чынам, як своеасаблівы палігон для іх апрабавання. Пры гэтым, аднак, нельга забывацца на тое, што дадзеным момантам узаемадачынненні абедзвюх дысцыплін ні ў якім разе не вычэрпваюцца.

У гэтай сувязі паўстае пытанне пра апраўданасць і абгрунтаванасць такой экстрапаляцыі, паколькі фізічныя тэорыі абапіраюцца на эксперыменты, што здзяйсняюцца ў зямных умовах. Той момант, што яна кантралюецца назіраннямі, безумоўна, важны і значны, але дадзены кантроль зноў-такі здзяйсняецца зямным назіральнікам. (У дачыненні да гамагеннага размеркавання матэрыі ў Сусвеце, напрыклад, даводзіцца, “што эмпірычна пацверджанай з’яўляецца толькі лакальная ізатрапія, гэта значыць ізатропнае размеркаванне галактык з зямнога пункту гледжання” [40, с.169].)

Аднак калі прызнаць, што зямныя ўмовы з пункту гледжання назіранняў прыродных працэсаў нічога звышасаблівага не ўяўляюць (так званы каперніканскі прынцып), то можна спадзявацца, што эмпірычны кантроль у выпадку касмалагічных тэорый не менш надзейны, чым у выпадку фізічных тэарэтычных пабудов<sup>11</sup>. Разам з тым дадзенае дапушчэнне не вынікае з саміх касмалагічных мадэляў: яно мае характар дадатковай адвольнай перадумовы. Увогуле касмалагічныя экстрапаляцыі фізічных тэорый наўрад ці магчымыя без такога кшталту дапушчэнняў: цяжка ўявіць, што пераход ад распрацаваных на аснове лакальнага зямнога эксперыментавання тэарэтычных канструкцый да глабальных касмалагічных мадэляў можа мець характар непасрэднага абгрунтавання і выснаўвання. Пра гэта сведчыць, зрэшты, і вопыт сучаснага навуковага пазнання (гл.4.3).

Існуюць, аднак, і іншыя складанасці і цяжкасці, якія робяць касмалогію досыць праблематычнай галіной навуковага пазнання. У першую чаргу ў гэтым плане неабходна падкрэсліць *унікальнасць аб’екта касмалагічных даследаванняў*. Таму яго ўсеагульныя вызначэнні, яго законы не могуць быць адкрыты праз параўнальныя працэдуры і на падставе індуктыўных абагульненняў звычайнага характару [34, т.2, с.868]. У такіх умовах падаецца няпэўнай сама магчымасць ужывання паняццяў “усеагульнае” і “закон”, а таму і наяўнасць крытэрыю, які

---

<sup>11</sup> За згаданай праблемай хаваецца, магчыма, больш глыбокая, звязаная са светабачаннем, уласцівым навуцы сучаснага тыпу ўвогуле. Менавіта на яе звярнулі ўвагу І.Прыгожын і І.Стэнгерс, давеўшы, што класічнае прыродазнаўства разглядае “свет як гамагенны, адкуль вынікала, што лакальнае эксперыментаванне можа адкрыць глабальную праўду. Самыя простыя феномены, якія вывучае навука, могуць трактавацца, такім чынам, як ключ да разумення прыроды ў цэлым” [75, с.44].

дазваляў бы адрозніваць намалагічныя (заканамерныя) і акцыдэнтальныя (выпадковыя) уласцівасці Сусвету [40, с.170]. У якасці выйсця ў дадзенай сітуацыі прапаноўваюцца вылучэнне яго падсістэм і іх разгляд як розных яго ўвасабленняў [34, т.2, с.868]. Найбольш радыкальнае і поўнае рашэнне праблемы ў гэтым плане ўяўляе канцэпцыя рэальнай множнасці гэтых увасабленняў, рэпрэзентаваная як у антычнай, так і ў сучаснай філасофіі і навуцы.

Як было адзначана вышэй, касмалагічныя тэарэтычныя пабудовы абапіраюцца на вынікі лакальных зямных эксперыментаў: рэальнае эксперыментаванне касмічных маштабаў (прынамсі, на дадзены момант) знаходзіцца па-за межамі чалавечых магчымасцей. У сувязі з гэтым *асаблівае значэнне ў абсягу касмалогіі набывае тэарэтычны ўзровень*, бо ў такіх умовах толькі тэорыя “можа выявіць сувязі паміж феноменамі, што выступаюць як лакальныя носьбіты інфармацыі, і глабальнай структурай” [40, с.169]. Разам з тым тэарэтычныя мадэлі (у значна большай ступені, чым у іншых галінах навуковага пазнання) адзначаны тут пачаткай гіпатэтычнасці і няпэўнасці. І на сучасным этапе касмалагічных даследаванняў стан спраў у дадзенай сферы ў гэтым плане кардынальным чынам не змяніўся. Нягледзячы на тое, што большасць навукоўцаў прытрымліваецца канцэпцыі Вялікага выбуху, якая выконвае зараз ролю Стандартнай касмалагічнай мадэлі, будова космасу можа быць пададзена ў яе рамках рознымі спосабамі [18, с.77–78].

У сувязі з гэтым не толькі тэарэтычныя, але і метатэарэтычныя кампаненты навуковага пазнання набываюць у абсягу касмалогіі асаблівае значэнне: выбар на карысць пэўнай тэорыі ці мадэлі шмат у чым вызначаецца філасофскімі і метадалагічнымі прыярытэтамі таго ці іншага даследчыка. (Неабходна адзначыць, што ўзаемадзеянне з фізічнай касмалогіяй надзвычай важна і для філасофіі: яна не павінна ігнараваць – і не ігнаруе – вынікі касмалагічных даследаванняў, якія змяшчаюць істотны праблемны патэнцыял філасофскага ўзроўню<sup>12</sup>.)

---

<sup>12</sup> Блізкасць філасофіі і касмалогіі мае разнапланавы, шматаспектны характар. Сучасны французскі філосаф Д.Параш’я, напрыклад, падкрэслівае ў дадзенай сувязі, што згаданая блізкасць абумоўліваецца найперш высокай ступенню гіпатэтычнасці касмалагічных ведаў [70, с.119].

### 1.4.3. Хімія

Хімія займае цэнтральнае месца ў сістэме прыродазнаўчых навук. Дадзенае становішча з'яўляецца, з аднаго боку, надзвычай спрыяльным для яе развіцця, даючы ёй магчымасці для інтэнсіўнага ўзаемадзеяння і з фізікай, і з біялогіяй. З другога боку, знаходжанне паміж фізікай і біялогіяй прынесла хіміі не толькі выгоды, бо яе магутныя суседкі папросту засланілі яе і яна пазбавілася (прынамсі, з боку філосафаў) значнай долі заслужанай увагі. Больш за тое, у такіх умовах паўстала пытанне адносна адметнасці гэтай навуковай дысцыпліны, яе сама-тоеснасці, спецыфікі яе праблемнага поля і яе метадаў. Фактычна, хімікі заўжды былі вымушаны змагацца за прызнанне аўтаноміі сваёй сферы ведаў, яе спецыфічнай рацыянальнасці і г. д. [20, с.9].

Калі хімію разглядаць як навуку, што *вывучае заканамернасці, на якіх грунтуюцца наводзіны, структура і пераўтварэнні рэчываў* (а яна, як правіла, менавіта так і разглядаецца), то атрымліваецца, што яна мае справу з надзвычай шырокім колам феноменаў і працэсаў. Па сутнасці “гэта навука, што пераходзіць межы паміж косным і жывым, паміж мікраскапічным і макраскапічным” [20, с.9], і дадзеная неабсяжнасць яе праблемнага поля таксама істотна абвастрае праблему яе ідэнтычнасці. Акрамя таго, хімія выглядае ў гэтай сувязі як экстэнсіўная па сваім характары навуковая дысцыпліна. Адзначым, што “экстэнсіўнай навукай” (у адрозненне ад фізікі) яе назваў С. Арэніус (1859–1927), які абгрунтоўваў сваё меркаванне наступным чынам: “Хімія працуе з гіганцкай колькасцю рэчываў, але цікавіцца пры гэтым толькі некаторымі іх уласцівасцямі.” А вось фізіка, на яго думку, мае справу з невялікай колькасцю рэчываў, але пры гэтым імкнецца глыбока аналізаваць вынікі эксперыментаў, што праводзяцца ў яе абсягу. Таму яна з'яўляецца інтэнсіўнай навукай [26, с.168–169].

Тым не менш, нягледзячы на надзвычайную разнастайнасць з'яў, што вывучаюцца хіміяй, можна вылучыць пэўныя агульныя характарыстыкі яе праблемнага поля, істотныя і важныя для яго разумення і вызначэння. У першую чаргу неабходна падкрэсліць, што ў сферы хімічных даследаванняў (як і на іншых кірунках навуковага пошуку) надзвычай важна адрозніваць простыя і складаныя феномены. Выразнае правядзенне такога адрознення (а таксама адрознення паміж простымі і

складанымі хімічнымі аб'ектамі, з аднаго боку, і растворамі (рашчынамі), з іншага) належыць да кола найважнейшых навацый, з якіх распачынаецца развіццё хіміі сучаснага тыпу.

У дадзенай сувязі неабходна адзначыць, што хімікі маюць магчымасць больш смела і ўпэўнена абыходзіцца з паняццем *элементарнага*, чым фізікі. Справа ў тым, што элементарныя ў хімічных адносінах аб'екты вызначаны, з імі праводзяцца доследы, распрацавана іх навуковая класіфікацыя і г. д. У якасці такіх аб'ектаў разглядаюцца атамы: іх нельга падзяліць на больш простыя часткі, якія выяўлялі б спецыфічныя хімічныя ўласцівасці (электраадмоўнасць, энергія іанізацыі і інш.). Такім чынам, у сферы хімічных даследаванняў атам у пэўных адносінах захаваў той статус, што пачаткова належаў яму ў рамках спекулятыўна-філасофскай і навуковай атамістычных традыцый. (У абсягу фізікі сітуацыя мае кардынальна іншы характар, і даследчыкі мусяць быць вельмі асцярожнымі ў гэтым плане.) Сукупнасць атамаў аднаго тыпу (які вызначаецца зарадам атамнага ядра) выступае як *хімічны элемент*.

Складаныя рэчывы (хімічныя злучэнні) утвараюцца, відавочна, з простых у выніку ўзаемадзеянняў паміж імі, якія называюцца *хімічнымі рэакцыямі*. Згаданае ўтварэнне адбываецца праз усталяванне пэўнага тыпу хімічных сувязяў, якія не надта лёгка, хаця і магчыма, разбурыць. (Працэс іх разбурэння таксама з'яўляецца хімічнай рэакцыяй пэўнага тыпу.) Уласцівасці складаных рэчываў не зводзяцца да ўласцівасцей іх кампанентаў, не з'яўляюцца іх механічнай сумай. У гэтай сувязі паўстае праблема, якая мае філасофскае гучанне і абмяркоўваецца ў рамках філасофіі хіміі, – “праблема рэальнасці існавання элементаў у злучэннях, якія яны ўтвараюць” [4, с.77]. Першасная (найпрасцейшая) цэласная адзінка ўсялякага складанага рэчыва – гэта малекула. Але не кожная малекула выступае як хімічнае злучэнне (не выступае ў тым выпадку, калі яна складаецца з атамаў аднаго хімічнага элемента). Хімічныя злучэнні таксама ўзаемадзейнічаюць паміж сабой, спараджаючы новыя рэчывы, і адпаведныя рэакцыі таксама вывучаюцца хіміяй.

Неабходна адзначыць, што для хімічнай навукі традыцыйна характэрны значна больш інтэнсіўныя, чым для іншых прыродазнаўчых дысцыплін, стасункі з практыкай, з вытворчасцю. Гэта знаходзіць пэўны адбітак і ў самой яе назве. Этымалогія

слова “хімія”, зрэшты, не такая празрыстая, як у выпадку касмалогіі, фізікі ці біялогіі, і вакол яе вядуцца навуковыя дыскусіі (магчыма, з больш глыбокім, чым чыста гістарычны ці лінгвістычны, падтэкстам). Можна дапусціць, што гэтае слова мае ў канчатковым выніку старажытнаегіпецкія карані і ўзыходзіць да выразу “краіна чорнай зямлі” (непасрэднай яго этымалагічнай крыніцай з’яўляецца хутчэй за ўсё слова “алхімія”). Пры гэтым маецца на ўвазе дэльта Ніла і прылеглы да яе рэгіён Старажытнага Егіпта, дзе квітнелі рамёствы, у прыватнасці, вытворчасць металаў і шкла [79, с.7–9].

Цесная сувязь хіміі з практыкай і вытворчасцю (нават на ўзроўні фундаментальных даследаванняў) робіць яе ў значна большай ступені, чым іншыя навукі, уразлівай і прыступнай для грамадскай крытыкі, якая можа мець розны грунт і характар. Так, на ўзроўні масавай свядомасці яна мае не лепшы імідж, бо праз яе глыбокія ўзаемасувязі з хімічнай вытворчасцю ёй прыпісваецца саўдзел у “экалагічных злачынствах” тэхнагеннай цывілізацыі, у разбурэнні прыроды. Для інтэлектуалаў, крытычна настроеных у дачыненні да сучаснага заходняга грамадства, “хімія – гэта невядомае, гэта незразумеласць грамадскай улады, што зрабілася спасцігальнай”, яна і сёння застаецца “сімвалам і ўвасабленнем злавеснага”, “грамадскай магіяй”, “ал-хіміяй” [34, т.1, с.459]. А вось самі хімікі лічаць такое стаўленне да іх навукі несправядлівым і неабгрунтаваным, бо ў ім ігнаруецца ўсё карыснае, што яна прыносіць людзям.

#### 1.4.4. Біялогія

*Біялогія – гэта сістэма навук, якія вывучаюць законы жывой прыроды ва ўсіх яе праявах, у тым ліку і законы яе ўзаемадзеяння са светам нежывога.* Спецыфіку біялогіі фіксуе яе назва, якая была ўведзена ў навуковы зварот на мяжы XVIII і XIX стст.: першая частка дадзенага тэрміна<sup>13</sup> (якая выступала ў мове антычнай філасофіі як самастойнае, важнае і змястоўнае паняцце [46, т.1, с. 948–949]) – βίος – азначае “жыццё”.

<sup>13</sup> Другая яго частка, з аднаго боку, выглядае агульнавядомай і ў гэтым плане, як падаецца, не патрабуе тлумачэнняў. З іншага боку, аднак, “логас” уяўляе сабой складаную і багатую на змест, на інтэрпрэтацыйныя магчымасці філасофскую катэгорыю [21, с.54], адпаведны аналіз якой не ўваходзіць у кола задач дадзенага вучэбна-метадычнага дапаможніка.

*Паняцце жыцця і звязаная з ім праблематыка мае асобы статус у абсягу біялогіі. З аднаго боку, усе праблемы біялагічнай навукі і ўсе вынікі, дасягнутыя ў працэсе іх вырашэння, яўна ці няўна сцэнтраваныя, сфакусаваныя на ім, маюць на мэце яго развіццё і ўзбагачэнне, а з іншага – яно падаецца надта субтыльным і ў дадатак да ўсяго абцяжараным шматлікімі пазанавуковымі канатацыямі. Таму пытанне пра сутнасць жыцця выяўляе ў абсягу біялагічных ведаў два грунтоўныя вымярэнні: агульнатэарэтычнае і метатэарэтычнае. Апошняе звязана найперш з тым, што распрацоўка біялагічных падыходаў да вырашэння дадзенага пытання здзяйснялася, як правіла, пад знакам інтэнсіўнага ўзаемадзеяння і моцнага ўзаемага ўплыву біялогіі і філасофіі.*

У сучасных умовах, калі біёлагі і засяроджваюць на ім сваю ўвагу, дык найчасцей імкнуцца даць хутчэй тэхнічны адказ на яго і не надта аддаляцца ад вынікаў, дасягнутых на канкрэтных кірунках эмпірычных і тэарэтычных даследаванняў. Так, італьянска-амерыканскі вірусалаг Р. Дульбека (1914–2012) піша, што жыццё ў першую чаргу – гэта “прывядзенне ў дзеянне зашыфраваных у генах вызначэнняў” [28, с.17]. Для поўнага адказу на пытанне пра тое, што яно сабой уяўляе, неабходна, як указвае далей навуковец, даследаванне ўсяго комплексу генаў і іх разнастайных функцый, выяўленне тых спосабаў, пры дапамозе якіх прадстаўнікі асобных відаў вырашаюць праблемы, што паўстаюць перад імі, а таксама вывучэнне формаўтваральных у свеце жывога працэсаў узаемадзеяння паміж жывымі істотамі. Разам з тым “кніжка жыцця неабсяжная, і ніхто не можа прачытаць яе ўсю. Мы можам, аднак, даследаваць пэўныя моманты – ці таму што мы іх добра разумеем, ці таму што яны з’яўляюцца грунтоўнымі для большасці формаў жыцця або вызначальнымі для нашага мыслення” [28, с. 17].

Аднак і ў гэтым выпадку біялогія не страчвае сваёй сувязі з філасофіяй: за згаданымі поглядамі стаіць пэўны тып філасофскага мыслення, пэўная філасофія біялогіі. Біялагічнае пазнанне ўвогуле прасякнута дадзенай сувяззю; яна фіксуецца не толькі ў “памежным” па сваёй сутнасці пытанні пра сутнасць жыцця, яе праявы назіраюцца нават “там, дзе з пункту гледжання спецыяльнай навукі задзейнічаны выключна спецыяльныя навуковыя палажэнні” [56, с.41]. Гэты момант

дае падставы весці гаворку пра наяўнасць у біялогіі грунтоўнага філасофскага патэнцыялу, а ў філасофіі – біялагічнага вымярэння [56, с.28, 41]. Менавіта таму цесныя стасункі з біялогіяй маюць істотнае значэнне і для філасофіі. Інакш і не можа быць, бо на галоўнае філасофскае пытанне – пытанне пра існасць чалавека – нельга адказаць без глыбокага філасофскага аналізу дасягненняў біялагічнага пазнання. Як піша Ж. Манод, яго нельга было б нават адэкватна – у тэрмінах, вольных ад метафізікі, – сфармуляваць, калі б біялагічная навука не стварыла для гэтага неабходныя перадумовы [64, с. 11]. Творчасць Арыстоцеля, І. Канта, А. Бергсона (1859–1941) і іншых выдатных філосафаў яскрава паказвае, якім грунтоўным і плённым можа быць уплыў біялагічных ведаў на філасофскае мысленне.

Спецыфіка біялогіі ў сістэме прыродазнаўчых навук выразна выяўляецца, сярод іншага, у *інтэнсіўным узаемадзеянні метаду і прадмета яе даследавання*. Ужо пры лабараторным маніпуліраванні найпрасцейшымі арганізмамі ці іх кампанентамі даследчык сутыкаецца з актыўнай рэакцыяй жывога на свае дзеянні, на штучныя ўмовы, з рэакцыяй, якая можа быць непрадугледжанай, нечаканай і ўпарта-некантраляванай. Гэта патрабуе ад яго і ад яго метадалогіі гнуткасці, здольнасці адаптавацца да зменлівай даследчай сітуацыі. Таму ўзаемадзейненні метаду і аб'екта ў біялагічных пошуках разгортваюцца як своеасаблівая каэвалюцыя [56, с.53]. Даследчык, значыць, не з'яўляецца адзінай актыўна дзейнай фігурай у рамках гэтых пошукаў, і біялагічнае даследаванне (і адкрыццё) уяўляе сабой “сустрэчу”, сутыкненне двюх жывых, мабільных сіл [56, с.55].

Жыццё прадстаўлена ў мностве разнастайных формаў, спектр яго праяў сягае ад малекулярнага ўзроўню да ўзроўню гіганцкіх экасістэм. Не менш разнастайнымі з'яўляюцца працэсы, якія яно ўключае ў сябе, і ў плане часу: ад узаемадзеянняў біямалекул, працягласць якіх можа складаць мільённыя долі секунды, да працэсу эвалюцыі, што доўжыцца звыш 3,5 млрд гадоў. Менавіта таму біялогія выступае як сукупнасць разнастайных навук, якая ў працэсе яе самаразвіцця ўзбагачаецца новымі і новымі адгалінаваннямі. Сучасны нямецкі філосаф-марксіст Р. Лётэр прапаноўвае класіфікаваць біялагічныя субдысцыпліны на аснове іх уключэння ў пэўны з чатырох асноўных кірункаў біялагічнага пазнання. Першы з іх звязаны з вывучэннем прасторава-часавай арганізацыі жывых істот (да

яго належаць малекулярная біялогія, цыталогія, гісталогія і інш.). Прадметам другога з'яўляецца антагенетычны цыкл (адпаведныя субдысцыпліны – эмбрыялогія, фізіялогія развіцця, геранталогія і інш.). У рамках трэцяга кірунку даследуюцца надарганізмавыя сістэмы (ён прадстаўлены экалогіяй, біяцэналогіяй, біягеаграфіяй і інш.). Чацвёрты кірунак мае справу з эвалюцыйным працэсам і прадстаўлены субдысцыплінамі эвалюцыйнай біялогіі [34, т.1, с.419–420].

*Такім чынам, прыродазнаўства – гэта складанае сістэматычнае ўтварэнне, найважнейшымі кампанентамі якога (на ўзроўні навуковых дысцыплін) з'яўляюцца фізіка (разам з фізічнай касмалогіяй), хімія і біялогія. Фізіка – гэта навука, што вывучае матэрыю ў яе фундаментальных характарыстыках і найперш яе рух. Ужо з часу свайго вылучэння ў самастойную галіну ведаў яна прэтэндавала на статус навукі-лідара ў сістэме прыродазнаўчага пазнання. У сувязі з гэтым паўстала фізікалісцкая метадалагічная стратэгія, якая нацэльвала на рэалізацыю ў навуцы ідэалу яе адзінства на аснове фізічных тэорый і той мовы, на якой яны сфармуляваныя. Фізіка інтэнсіўна ўзаемадзеінічае з іншымі галінамі чалавечага пазнання, што прыносіць плён і ёй самой, і іншым пазнавальным кірункам.*

*Цеснае ўзаемадзеянне звязвае фізіку з касмалогіяй, навукай, што даследуе ўзнікненне, развіццё, структуру і ўласцівасці Сусвету ў яго цэласнасці і ўпарадкаванасці. У выніку фундаментальных фізічных даследаванняў узнікаюць тэарэтычныя рамкі для аналізу касмалагічных праблем. Дзякуючы інтэнсіўнаму развіццю оптыкі ствараюцца эфектыўныя сродкі для вядзення назіранняў, якія ў сучасных умовах робяць магчымай эмпірычную праверку тэарэтычных пабудов, што апісваюць гіганцкія касмічныя структуры. Касмалогія экстрапалюе грунтоўныя фізічныя тэорыі на Сусвет у цэлым. Разам з тым у пэўным сэнсе яна выступае як перадумова фізікі, бо грунтоўна важныя для разгортвання фізічных тэорый глабальныя ўяўленні пра прастору і час маюць, фактычна, касмалагічны характар. Унікальнасць аб'екта касмалагічных даследаванняў, аднак, цягне за сабой немагчымасць адкрыцця яго ўсеагульных характарыстык, яго законаў праз параўнальныя працэдуры і на падставе індуктыўных абагульненняў звычайнага характару. У сувязі з гэтай і з іншымі складанасцямі тэарэтычныя*

мадэлі ў абсягу касмалогіі ў значна большай ступені, чым у іншых галінах навуковага пазнання, абцяжараны гіпатэтычнасцю і няпэўнасцю.

Хімія як навука, прысвечаная заканамернасцям, што вызначаюць паводзіны, структуру і пераўтварэнні рэчываў, разглядае надзвычай шырокае кола феноменаў і працэсаў. Істотнае значэнне ў яе абсягу маюць адрозненні простага і складанага, яна вывучае ўзаемадзеянні простых рэчываў (хімічныя рэакцыі), у выніку якіх узнікаюць складаныя ўтварэнні, гэтаксама як і адваротныя працэсы. Важнай характарыстыкай хіміі з'яўляецца яе цесная сувязь з практыкай, што робіць яе ў значна большай ступені, чым іншыя навукі, уразлівай для грамадскай крытыкі самага рознага кшталту.

Што да біялогіі, то яна ўяўляе сабой сістэму навук, якія вывучаюць законы жывой прыроды ва ўсіх яе праявах. Праблематыка, звязаная з паняццем жыцця, мае адмысловы статус у абсягу біялагічнага пазнання. Пры яго разглядзе біялогія так ці інакш узаемадзеінічае з філасофіяй. Да найважнейшых адметных характарыстык біялагічнай навукі належыць інтэнсіўны ўзаемаўплыў метаду і прадмета яе даследавання. Ужо на ўзроўні найпрасцейшых арганізмаў ці нават іх кампанентаў даследчык сутыкаецца з актыўнай рэакцыяй жывога на свае дзеянні, што патрабуе ад яго і ад яго метадалогіі гнуткасці, здольнасці адаптавацца да зменлівай даследчай сітуацыі. Таму біялагічнае даследаванне (і адкрыццё) уяўляе сабой “сустрэчу”, сутыкненне дзвюх жывых, дзейных сіл.

### Пытанні і заданні

1. Паспрабуйце выявіць сувязь паміж згаданай у прадмове натуралістычнай філасофіяй і разгледжаным у дадзеным параграфі фізікалізмам.

2. Наколькі важным і істотным падаецца вам пытанне пра навуку-лідара ў сістэме прыродазнаўчага пазнання? Калі вы лічыце яго значным, дык якой з дысцыплін вы аддалі б перавагу?

3. Як суадносяцца паміж сабой, на вашу думку, касмалогія і астраномія?

4. Як і чаму адрозніваецца ўжыванне паняцця “элементарнае” ў фізіцы і хіміі?

5. Як растлумачыць той факт, што філосафы зважалі і зважаюць на хімію ў значна меншай ступені, чым на фізіку і біялогію?

6. Як вы лічыце, наколькі абгрунтаванымі і справядлівымі з’яўляюцца згаданыя ў параграфе крытычныя пазіцыі ў дачыненні да хіміі?

7. Падумайце, у чым найбольш яскрава выяўляецца спецыфіка біялагічнага пазнання.

### **1.5. Прыродазнаўства і фармальныя навукі (логіка, матэматыка)**

*Логіка* – гэта навука, якая даследуе структуру карэктных разважанняў, іх законы і правілы. Вядомы філосаф XX ст. Э.Фром (1900–1980) даводзіў пра яе грунтоўнае значэнне з культурнага і цывілізацыйнага пункту гледжання: у розных цывілізацыях даміруюць розныя яе тыпы. Арыстоцэлеўская логіка, якая грунтуецца на прынцыпе забароны супярэчнасці, замацавалася найперш у заходнім грамадстве (выключэнне складаюць Геракліт, Гегель і Маркс). У выніку яе ўжывання заходняя цывілізацыя дасягнула істотных поспехаў у развіцці навукі і тэхнікі, сімвалам якіх Э. Фром лічыць атамную энергетыку. А вось для Усходу ўласцівы “парадаксальны” стыль мыслення, які кіруецца прынцыпам сінтэзу супярэчлівых палажэнняў і які абумоўлівае характэрны для ўсходняга грамадства дух талерантнасці [37, с.72–79].

На глыбокую ўзаемасувязь навукі з пагрунтаванай на арыстоцэлеўскіх прынцыпах логікай указвалі і іншыя філосафы і навукоўцы (напрыклад, Гегель (1770–1831), А. Пуанкарэ (1853–1912)). Такая пазіцыя з’яўляецца ў пэўнай ступені правамернай. Пры гэтым, аднак, трэба мець на ўвазе, што лагічны падмурак навукі мае складаны, комплексны, шматузроўневы і шматаспектны характар і ні ў якім разе не зводзіцца да класічнага двухзначнага злічэння.

Неабходна адзначыць, што логіка мае цесная стасункі з метадалогіяй навуковага пазнання, бо ўсеагульная метадалогія якраз і займаецца пытаннем, “як лагічныя законы могуць знайсці карэктны ўжытак у практыцы навуковага мыслення” [21, с.4]. Акрамя таго, у сістэме навукі логіцы належыць роля своеасаблівага інтэлектуальнага ўзору ў плане арганізацыі ведаў. Яна мае таксама грунтоўнае значэнне ў кантэксце выпявання самога духу навуковай рацыянальнасці, самой атмасферы рацыянальнага пошуку. Дадзеная атмасфера, у якой

здзяйсняюцца яе ўзаемяны з іншымі навукамі, з'яўляецца, безумоўна, надзвычай спрыяльнай для яе ўласнага развіцця. Гэта пацвярджаецца ўзнікненнем *індуктыўнай логікі* напачатку Новага часу, *сімвалічнай (матэматычнай) логікі* ў канцы XIX – пачатку XX ст., *квантавай логікі* (дачынненні якой з класічным сімвалічным злічэннем знаходзяцца ў эпіцэнтры вострых дыскусій [46, т.7, с.1783]) у другой трэці XX ст.

Узнікненне матэматычнай логікі з'яўляецца пераканаўчым сведчаннем грунтоўнай унутранай блізкасці логікі і матэматыкі (як “фармальных” навук у супрацьлегласць “рэальным”). К.-Ф.фон Вайцзэкер піша ў дадзенай сувязі, што “логіка – гэта матэматыка праўдзівасці і памылковасці” [88, с.121]. Матэматычныя веды, як і веды адносна законаў і правіл карэктных разваг, выконваюць, безумоўна, фундаментальную, парадыгматычную, узорную функцыю ў сістэме навуковага пазнання (асабліва сучаснага). Нават на паўсядзённым узроўні матэматыка вельмі часта разглядаецца як здзейснены ідэал навуковасці і дакладнасці.

Аднак вызначыць яе натуру ў рамках класічнай дэфініцыі досыць няпроста. Справа ў тым, што і матэматыкі, і прадстаўнікі іншых галін ведаў па-рознаму адказваюць на пытанне пра яе існасць. Таму адрозніваюцца адно ад аднаго і адпаведныя азначэнні. Так, прадстаўнікі найбольш распаўсюджанага ў сучасных умовах *фармалістычнага* падыходу засяроджваюцца на структуры матэматычных ведаў, а не на канкрэтным яе напаўненні. У згодзе са сваімі грунтоўнымі ідэямі яны вызначаюць матэматыку як навуку пра фармальныя сістэмы [40, с.206]. А вось у рамках *лагіцызму* матэматыка вызначаецца як “сістэма выказванняў пра грунтоўныя лагічныя паняцці” [88, с.119], бо яго прыхільнікі бачаць падмурак матэматычных ведаў у іх спецыфічным, адрозным ад звычайных эмпірычна дадзеных рэчаў прадмеце. І, нарэшце, навукоўцы, якія аддаюць перавагу *інтуіцыянісцкім* і *канструктывісцкім* ідэям, разглядаюць матэматыку “як натуральную функцыю інтэлекту” [40, с.209]. Яе прадметы выступаюць як інтэлектуальныя канструкцыі, стварэнне якіх мае сваім найглыбейшым грунтам інтуіцыю (напрыклад, “першаінтуіцыю лічэння, якая здзяйсняецца ў форме сузірання часу і з'яўляецца больш відавочнай, чым усякае моўнае ці лагічнае правіла” [88, с.120]).

У працэсе рэалізацыі згаданых праграм былі дасягнуты істотныя даследчыя вынікі, але не было выпрацавана апошняе

пераканаўчае абгрунтаванне матэматычных ведаў. У сучасных умовах увогуле выяўляецца скепсіс у дачыненні да слушнасці самой задачы такога абгрунтавання, выказваюцца сумненні, “ці правільна ставілася пытанне пры спробах выбудаваць усю матэматыку на аснове аднаго прынцыпу” [88, с.121].

Ужо ў Антычнасці матэматычныя веды атрымалі строгую дэдуктыўную форму. Найвышэйшыя дасягненні антычнай матэматыкі фігуруюць у навуковай культуры як “мадэлі фармальнага выкладу і дэдуктыўнай логікі ў дзеянні” [34, т.3, с.311]. У Антычнасці была здзейснена таксама досыць паспяховая спроба стварэння *матэматычнага прыродазнаўства* (александрыйская навука). У сярэднявечную эпоху мела месца скіраваная ў бок матэматызаваанай навукі тэндэнцыя, якая на пэўным этапе (у наміналістычным кірунку схаластычнай думкі XIII–XIV стст.) выявілася ў дастаткова выразнай форме. У сярэднявечнай ісламскай культуры згаданая тэндэнцыя надзвычай інтэнсіўна ўзмацнялася і разгарнулася (у падабенстве да Антычнасці) у адносна паспяховую спробу стварэння матэматычнага прыродазнаўства. Канчатковую перамогу ў навуковай культуры яна атрымала, аднак, у заходняй цывілізацыі ў пачатку Новага часу. У выніку з’явілася навука, якая арыентавалася на матэматычныя метады апрацоўкі набытага найперш эксперыментальным шляхам эмпірычнага матэрыялу, якая пры фармулёўцы сваіх тэорый абавязкова звярталася да матэматычнай мовы, а адкрытыя ёю законы падавала як функцыянальныя матэматычныя залежнасці.

Найбольш цесныя ўзаемяны ў гэтым плане ўзніклі, як вядома, паміж фізікай і матэматыкай, фізіцы належала роля безумоўнага лідара ў *матэматызацыі прыродазнаўства*. Гэта натуральна, бо фізіка вывучае грунтоўныя з’явы прыроды, прасторава-часавыя характарыстыкі якіх маюць непасрэднае дачыненне да выяўлення іх існасці. Згаданыя характарыстыкі з’яўляюцца колькаснымі і не могуць быць апісаны ў навуковым, інтэрсуб’ектыўным плане<sup>14</sup> без звароту да матэматыкі і яе “дакладнай і эканамічнай мовы” [30, с.131]. Акрамя таго, матэматычныя аб’екты складаюцца з аднародных кампанентаў

<sup>14</sup> Тут гаворка вядзецца пра прыродазнаўчы падыход, хоць пры пэўных умовах матэматычны аспект можа непасрэдна выявіцца і ў філасофскім разглядзе адпаведнай праблематыкі (у рамках натурфіласофскага праекта, аўтар якога арыентуецца на прыродазнаўчыя навукі, працуючы на мяжы філасофіі і прыродазнаўства, як, напрыклад, згаданы вышэй Д.Параш’я).

(адзінак лічэння, пунктаў) і таму ўяўляюць сабой тыпічныя ідэалізацыі. Сярод прыродазнаўчых дысцыплін у гэтым плане найбліжэй да матэматыкі стаіць менавіта фізіка: яна падае вывучэнне рэчаіснасці на ўзроўні элементарных часціц, дзе «выяўляюцца тыя рэальныя эфекты, якія фізік характарызуе як “страху індывідуальнасці на падставе неадметнасці”» [40, с.228].

У дадзенай сувязі паўстае, аднак, пытанне пра ўмовы магчымасці матэматызацыі фізікі (і прыродазнаўства). Справа ў тым, што матэматыка і фізіка грунтоўным чынам адрозніваюцца паміж сабой. Так, “матэматыкі даказваюць тэарэмы, у той час як фізікі задавальняюцца пацвярджэннем мадэляў праз сутыкненне сваіх тэарэтычных апісанняў з эксперыентам” [18, с.21]. Пры гэтым фізічныя мадэлі з’яўляюцца адносна абмежаванымі, яны маюць моц толькі ў дачыненні да пэўнага сегмента рэчаіснасці, а матэматычныя тэарэмы з поўным правам прэтэндуюць на ўніверсальны статус [18, с.21]. Акрамя таго, яшчэ Арыстоцель “адрозніваў фізічныя прадметы (рухомыя, існыя з саміх сябе) і матэматычныя (нерухомыя і няісныя з саміх сябе)” [34, т.3, с.318].

Тым не менш пры ўсёй рознасці згаданых галін ведаў ужытак матэматыкі ў сферы фізікі (і ў сферы прыродазнаўчых навук увогуле) выявіўся як надзвычай прадуктыўны (зрэшты, не толькі для прыродазнаўства, але і для самога матэматычнага пазнання). Магчымасць плённага ўжывання дасягненняў матэматыкі ў прыродазнаўчай сферы абумоўліваецца найперш здольнасцю фізікі (і іншых прыродазнаўчых навук) адаптаваць фармальныя выразы матэматычнай мовы да сваіх патрэб, надаваць ім новую якасць праз інтэрпрэтацыйныя працэдуры. Згаданая здольнасць грунтуецца на тым, што кожная з навук мае справу з сегментам рэчаіснасці, арганізаваным у прастору і часе. Таму ў працэсе яго тэарэтычнага засваення пэўная навуковая дысцыпліна засвойвае і яго прасторава-часавую структуру. Адсюль вынікае, аднак, не толькі магчымасць, але і неабходнасць шырокага ўжывання матэматыкі ў навуковым пазнанні (найбольш моцна дадзеная неабходнасць адчуваецца, як адзначана вышэй, у абсягу фізікі). З боку самой матэматыкі яе татальная прыдатнасць абумоўліваецца ўжо адзначанымі высокай ступенню абстрактнасці, ідэалізаванасці яе аб’ектаў і ўніверсальным, агульназначным статусам яе выказванняў.

Грунтоўнае значэнне ў кантэксце матэматызацыі навукі маюць прысутныя ў ёй метады абстрагавання і ідэалізацыі. Ідэальныя аб'екты навуковай тэорыі, якія паўстаюць праз фіксацыю ў эмпірычна даных феноменах пэўных іх рыс і адцягненне ад іншых, маюць – падобна аб'ектам матэматыкі – устойлівы характар і таму могуць быць пададзены ў іх выглядзе [56, с.50–51]<sup>15</sup> (так, у абсягу механікі, як піша В.С. Сцёпін, сістэма адліку можа быць прадстаўлена як сістэма каардынат, сіла – як вектар [14, с.31]). Уласцівасці згаданых аб'ектаў фіксуюцца пры гэтым у форме фізічных велічынь, сувязі паміж якімі перадаюцца праз дачыненні велічынь ва ўраўненнях [14, с.31]. Інтэрпрэтацыя ўраўненняў адбываецца праз змястоўныя апісанні, у якіх ідэальныя аб'екты абазначаюцца замацаванымі за імі тэрмінамі (“сіла”, “маса”, “поле” і да т. п.) [14, с.32].

Змястоўныя апісанні і матэматычны фармалізм звязаны паміж сабой і ўзаемна дапаўняюць адно аднаго. Іх адзінства не з'яўляецца, аднак, абсалютным, яно ўключае момант рознасці, захавання пэўнай адметнасці, незалежнасці. Яны выступаюць, такім чынам, як адносна самастойныя спосабы фармулёўкі навуковай тэорыі [14, с.32]. Адносная самастойнасць матэматычнага фармалізму і змястоўных апісанняў выяўляецца ў тым, што пэўная тэарэтычная канструкцыя можа быць сфармулявана пры дапамозе розных матэматычных сродкаў і набыць розную ступень фармалізацыі (яскравы прыклад таму – гісторыя класічнай механікі, як гэта будзе паказана ніжэй (3.2)). Разам з тым пэўны матэматычны фармалізм можа быць звязаны з рознымі змястоўнымі інтэрпрэтацыямі. Так, “хоць Лорэнц і здолеў знайсці ўраўненні, практычна аналагічныя з ураўненнямі Эйнштэйна, яны тым не менш істотна адрозніваліся паміж сабой па сваім сэнсе” [70, с.67] (пра гэтыя адрозненні гл. 4.2).

Неабходна адзначыць, што і тэарэтыкі навуказнаўства, і даследчыкі нярэдка ставілі перад сабой пытанне пра суадносіны матэматычнага фармалізму і яго змястоўнай інтэрпрэтацыі ў плане іх прыярытэтнасці адно перад адным у кантэксце фармулёўкі навуковых тэорый [6, с.8–9]. Пры гэтым нават навукоўцы з вельмі блізкімі светапогляднымі і метадалагіч-

---

<sup>15</sup> Прыводзячы згаданыя палажэнні, выпрацаваныя ў рамках пазітывісцкай традыцыі, К. Кёхэ ўказвае на іх неадпаведнасць сутнасці і асаблівасцям біялагічнага пазнання [56, с.51–53].

нымі арыенцірамі часам па-рознаму адказвалі на яго. Яскравы прыклад такой сітуацыі звязаны з поглядамі і даследчымі практыкамі Н. Бора і В. Гейзенберга. Дацкі навуковец лічыў, што грунтам фізічнага апісання рэчаіснасці з'яўляецца нату-ральная мова (у канчатковым выніку нават мова паўсядзённая) [34, т.2, с.848]. А вось яго сябар і паплечнік нямецкі фізік аддаваў перавагу матэматычнаму фармалізму.

Сёння больш папулярнай з'яўляецца, мяркуючы па ўсім, пазіцыя В. Гейзенберга, якая, у дадатак да ўсяго, нярэдка набывае самую радыкальную форму. Сапраўды, шмат хто з сучасных даследчыкаў мяркуе, што “фізіка з'яўляецца незразумелай, гэта значыць не можа быць пададзена па-за межамі матэматычных разлікаў і незалежна ад матэматычнага фармалізму” [34, т.2, с.848]. У вачах іншых дзеячаў навукі і тэарэтыкаў навуказнаўства згаданы радыкалізм у матэматызацыі фізікі выглядае абмежаваным, аднабаковым і таму неадпаведным рэальнай практыцы навуковых даследаванняў (як піша акадэмік А.Б. Мігдал, “галоўнае ў фізіцы – не формулы, а іх інтэрпрэтацыя, разуменне” [6, с.9]).

Такім чынам, логіка ўплывае на развіццё навуковага пазнання (у тым ліку і прыродазнаўчага) праз цесныя стасункі з яго метадалогіяй. Згаданы ўплыў абумоўліваецца і тым, што ёй належыць роля своеасаблівага інтэлектуальнага ўзору ў плане арганізацыі ведаў. Акрамя таго, яна мае таксама грунтоўнае значэнне ў кантэксце выпявання самога духу навуковай рацыянальнасці, самой атмасферы рацыянальнага пошуку, надзвычай важнай для ўзнікнення і плённага развіцця навукі. Аналагічная сітуацыя мае месца і ў выпадку звязанай з логікай матэматыкі. У найвышэйшай ступені запатрабаванымі вынікі матэматычнага пазнання зрабіліся ў прыродазнаўстве сучаснага тыпу, асабліва ў фізіцы. Ужытак матэматыкі ў сферы прыродазнаўчых навук, які грунтаваўся на іх здольнасці адаптаваць універсальную матэматычную мову і агульназначныя матэматычныя аб'екты і структуры да сваіх патрэб, выявіўся як надзвычай прадуктыўны. Пры гэтым матэматычны фармалізм выступае на ўзроўні прыродазнаўчых тэорый у адносінах узаемадапаўнення са змястоўнай іх фармулёўкай (гэта значыць сваёй змястоўнай інтэрпрэтацыяй).

## Пытанні і заданні

1. Паспрабуйце прывесці аргументы на карысць прыведзенага ў тэксце параграфа меркавання Э.Фрома пра грунтоўную ўзаемасувязь логікі арыстоцэлеўскага тыпу і навукі.

2. Як вы мяркуеце, ці існуе пэўная дынаміка ў плане ролі і значэння логікі і матэматыкі ў развіцці навукі? Калі так, дык як яна выглядае?

3. Ці падзяляеце вы ўяўленне пра логіку і матэматыку як узор навуковасці і дакладнасці? Чаму?

4. Як лічыць Д.Параш'я, “усё большая кампактнасць матэматычнай мовы дае цяпер ужо магчымасць выявіць дакладным і субтыльным чынам несумненна маштабныя вынікі, што дазваляе нанова паставіць грунтоўныя метафізічныя пытанні ў такой плоскасці, дзе ёсць лепшыя, чым калі-небудзь, шанцы знайсці адказы на іх” [70, с.137]. Ці падзяляеце вы аптымізм філосафа? Ці не перабольшвае ён экспрэсіўны патэнцыял матэматыкі?

5. Прааналізуйце наступную тэзу: “Тэарэтычную фізіку можна будаваць у падабенстве з матэматыкай і браць за зыходныя паняцці некаторыя найпрасцейшыя, ні да чаго нязводныя фізічныя паняцці, такія як прастора, час, энергія...” [4, с.99]. Ці згодныя вы з яе аўтарамі? Адказ абгрунтуйце.

6. А.Б.Мігдал піша, што “прыгажосць фізікі выяўляецца з усёй паўнатай толькі з дапамогай матэматыкі” [6, с.8]. Што, на вашу думку, з'явілася падставай для такой высновы навукоўца? Ці згодныя вы з ёй?

## 1.6. Прыродазнаўства і тэхніка

У сферы паўсядзённага жыцця слова “тэхніка” ўжываецца досыць неадназначна. Мы выкарыстоўваем яго для абазначэння ўсялякага кшталту прыстасаванняў, якія дапамагаюць нам здзяйсняць нашы практычныя намеры. Абазначаем мы гэтым словам і сукупнасць прыёмаў, дзеянняў, працэдур, у якіх выяўляецца адметны бок пэўнага віду дзейнасці (калі гаворым, напрыклад, пра тэхніку малявання). Акрамя таго, яно ўжываецца (набываючы пры гэтым аксіялагічнае адценне) для характарысткі ступені ўмельства, узроўню валодання пэўнай дзейнасцю (гэта мае месца, напрыклад, калі гаворыцца пра тэхнічнага футбаліста, віртуозную тэхніку рашэння задач і да т. п.).

Разам з тым дадзенае слова трывала замацавалася і ў слоўніку асноўных філасофскіх паняццяў (а філасофія тэхнікі заняла належнае месца сярод філасофскіх дысцыплін). Яго ўзыходжанне ў высокую філасофскую сферу было падрыхтавана фактычна ў антычнай культуры, дзе яго тэрміналагічны папярэднік – “тэхнэ” – робіцца прадметам грунтоўнага тэарэтычнага аналізу ў прадстаўнікоў розных філасофскіх школ і кірункаў [46, т.10, с.941].

Ідэнтычная сітуацыя назіраецца і ў сучасных умовах. Пры гэтым, натуральна, у розных філасофскіх традыцыях і плынях распрацоўваюцца розныя версіі разумення і інтэрпрэтацыі феномена тэхнікі, яго месца і значэння ў культуры, яго гістарычных перспектыв. Тым не менш – пры ўсёй рознасці падыходаў і ацэнак – ніхто з сучасных тэарэтыкаў не адмаўляе грунтоўнай ролі тэхнікі (як складанай, разгалінаванай сістэмы, у якой увасабляецца інструментальны кампанент чалавечай дзейнасці) у грамадскім жыцці, асабліва адметнай у мадэрным грамадстве. Тэхніка займае ў ім надзвычай важнае месца, ператвараецца ў канчатковым выніку ў *асноўны, дамінантны спосаб чалавечага існавання ў свеце*, і таму яно правамерна было названа філосафамі *тэхнагенным*.

Наўрад ці хто будзе сумнявацца і ў факце *тэхнічнага прагрэсу* чалавецтва, які зрабіўся імклівым якраз у цывілізацыі сучаснага, тэхнагеннага тыпу. Несумненным падаецца таксама той момант, што грунтоўнае значэнне для яго інтэнсіфікацыі мае сталае *ўзаемадзеянне тэхнікі і навукі*, перадумовы для якога былі створаны рэнэсансавай духоўнай рэвалюцыяй і сацыяльнымі рэвалюцыямі XVII–XVIII стст. У папярэднія эпохі згаданае ўзаемадзеянне было досыць слабым. Таму даследчыкі адпаведнай праблематыкі робяць выснову, згодна з якой да Новага часу абедзве духоўныя формы ішлі раздзелнымі гістарычнымі шляхамі: звязаная найперш з рамеснай вытворчасцю тэхніка развівалася ва ўлонні інтуіцыі, выпадковага прасвятлення; адзначаная пячаткай сузіральнасці навука з пагардай ставілася да свайго магчымага тэхнічна-практычнага ўжывання [40, с.360].

Сітуацыя кардынальным чынам змянілася з узнікненнем буржуазнага грамадства, у якім тэхнічна-практычнае засваенне рэчаіснасці набывае новае, грунтоўнае значэнне. Яно ні ў якім разе не магло быць забяспечана ўжо бессістэмнай, пакінутай на

волю лёсу вынаходніцкай дзейнасцю. Таму з усталяваннем эканамічнага і палітычнага панавання буржуазіі паўстала патрэба ў “метадычным даследаванні бязмежнага поля тэхнічных магчымасцей”, а з ёй і патрэба ў цесным узаемадзеянні з навукай [48, с.1477]. Матэматызаваная, эксперыментальная навука, у сваю чаргу, змяшчае ў самой сваёй існасці неад’емны, грунтоўны тэхнічны аспект, які выяўляецца ўжо ў тым, што эксперыменты, вымярэнні і ў мностве выпадкаў назіранні немагчымыя без адпаведнай апаратуры.

У такіх умовах заканамерна з’явілася прысвечаная тэхніцы навука (за якой паступова замацавалася імя, што вельмі пасуе ёй, – “тэхналогія”<sup>16</sup> [46, т.10, с.959–960]), якая разгарнулася затым у цэлую сістэму навуковых дысцыплін. Яны вывучаюць метады, змест, мэты і вынікі пэўных тэхнічных працэсаў. Усё большую цікавасць выклікае і даследаванне тэхнікі ўвогуле, бо праз складаны, комплексны характар яе ўзаемадзеяння з іншымі грамадскімі феноменамі і структурамі паўстае патрэба ва “ўсеагульнай тэхналогіі”, у навуковай распрацоўцы “аптымальных стратэгий тэхнічнай дзейнасці” [40, с.363].

Для таго каб тэрміналагічна зафіксаваць глыбокую ўзаемасувязь сучаснай навукі і тэхнікі, у 70-х гг. мінулага стагоддзя быў прапанаваны неалагізм “тэхнанавука”. Яго ўвёў у навуковы зварот бельгійскі філосаф Ж.Атаа, маючы на мэце падкрэсліць “аперацыянальную і тэхнічную натуру сучаснай навукі, уключаючы фундаментальныя даследаванні” [67, с.770]. Дадзены тэрмін, аднак, набыў уласнае, аўтаномнае, незалежнае ад намераў свайго стваральніка існаванне, а таму і новыя, непрадугледжаныя ім значэнні. Так, у постмадэрнісцкіх тэкстах ён пачаў ужывацца для абазначэння навукі, звязанай з буйным капіталам і ператворанай ім у неад’емны элемент “тэхнакапіталізму”, у сродак дамінавання, улады і кантролю [67, с.770]. Зрэшты, тэрмін “тэхнанавука” зусім не выпадкова атрымлівае ў дадзеным выпадку адмоўныя канатацыі: крытычнае стаўленне да грамадства ў цэлым патрабуе і крытычнага разгляду пэўных яго аспектаў, з’яў, працэсаў і тэндэнцый у яго развіцці.

---

<sup>16</sup> У англасаксонскай культурнай і моўнай прасторы яно набыло па сутнасці сінанімічнае са словам “тэхніка” значэнне, якое пашырылася затым і на іншыя культурныя асяродкі, хоць часам пільныя да тэрміналагічных нюансаў філосафы выказваюць сваю нязгоду з такім станам спраў [40, с.364].

Аднак ці варта разглядаць тэхнізацыю, інструменталізацыю, аперацыяналізацыю навукі (як і іншых бакоў грамадскага жыцця) толькі ў адмоўным святле? Відавочна, што ўзнiкненне тэхнанавукі выступае як яскравае выяўленне і як заканамерны вынік практычнай арыентацыі навуковага пазнання сучаснага тыпу, якая паглыбляецца і ўзмацняецца з цягам часу. Дзякуючы згаданай арыентацыі яно самым істотным чынам паспрыяла і працягвае спрыяць грунтоўнаму паляпшэнню ўмоў, у якіх жыве і працуе чалавек, адкрываючы новыя магчымасці для творчага засваення ім сваёй сацыяльнай і прыроднай рэчаіснасці.

Тэхнанавуку нельга разглядаць, аднак, і як выключна становічы, беспраблемны феномен. Ідэя практычнага панавання чалавека над прыродай праз тэарэтычнае, навуковае засваенне яе законаў, якой належыць надзвычай важнае месца сярод духоўных вытокаў навукі сучаснага тыпу, выявілася ва ўмовах нарастання і паглыблення глабальных праблем як абмежаваная і не надта прадуктыўная. Чыста тэхнічны, інструментальны падыход да арганізацыі стасункаў чалавецтва з прыродай (а тым больш стасункаў унутры чалавецтва) не прыносіць і не можа прынесці жаданага выніку праз сваю аднабаковасць; і праз яе ён у рэшце рэшт цягне за сабой вострыя супярэчнасці, калізій і канфлікты. У дадзенай сувязі відавочнай падаецца выснова, што тэхнізацыя навукі без яе гуманізацыі, гэтаксама як і прасякненне тэхнікі навукай без надання ёй гуманістычнага вымярэння, з'яўляецца небяспечнай і непрымальнай духоўнай стратэгіяй. Аднак, як указвалася вышэй (1.1), аснова для гуманізацыі (тэхна)навукі – гэта пераўтварэнне на гуманістычных прынцыпах усёй сістэмы грамадскіх дачыненняў. На пошукі шляхоў да яго і павінна быць найперш скіравана духоўная энергія чалавецтва.

*Такім чынам, у гісторыі чалавецтва назіраецца няспыннае развіццё тэхнікі як складанай, разгалінаванай сістэмы, у якой увасабляецца інструментальны кампанент чалавечай дзейнасці, і няўхільна павышаецца яе роля. Грунтоўнае значэнне для інтэнсіфікацыі тэхнічнага прагрэсу ў Новы і Найноўшы час мае сталае ўзаемадзеянне тэхнікі і навукі, перадумовы для якога былі створаны рэнесансавай духоўнай рэвалюцыяй і сацыяльнымі рэвалюцыямі XVII–XVIII стст. Згаданае ўзаемадзеянне грунтуецца на тым, што навука сучаснага тыпу –*

матэматызаваная, эксперыментальная – змяшчае ў самой сваёй існасці неад’емны, грунтоўны тэхнічны аспект, а сучасная тэхніка мае патрэбу ў навуцы, бо яе развіццё не можа быць ужо забяспечана бессістэмнай вынаходніцкай дзейнасцю. Аднак ні тэхнізацыя навукі, ні сапраўднае прасякненне ёю тэхнікі не могуць разглядацца выключна ў станючым святле. Вострыя супярэчнасці і праблемы, што характарызуюць сучасны стан узаемадачынненняў чалавека і прыроды, яскрава сведчаць пра неабходнасць надання гуманістычнага вымярэння ўзаемадзеянню навуковага і тэхнічнага сегментаў культуры.

### Пытанні і заданні

1. Сучасны нямецкі філосаф Х.Заксэ вылучае ў працэсе паступальнага гістарычнага развіцця тэхнікі тры асноўныя этапы: этап спажывальнай тэхнікі, характэрнай для дагістарычнай эпохі; этап прадуктыўнай тэхнікі, уласцівай аграрнаму грамадству; і тэхніку, якую выклікала да жыцця індустрыяльная цывілізацыя [40, с.360]. Ахарактарызуйце ў агульным плане і ў плане ўзаемадзеяння навукі і тэхнікі кожны з гэтых этапаў. Як вы мяркуеце, ці не слухна было б вылучыць у згаданым працэсе таксама этап постіндустрыяльнай тэхнікі? Калі так, то паспрабуйце выявіць яго адметныя рысы.

2. Наколькі ўдалым вам падаецца тэрмін “тэхнанавука”? Магчыма, вы прапанавалі б іншы, які больш адэкватна перадаваў бы спецыфіку ўзаемадачынненняў навукі і тэхнікі ў сучасных умовах?

3. Як суадносяцца паміж сабой, на вашу думку, тэрміны “тэхнанавука” і “тэхнічныя навукі”?

4. Якімі вам бачацца шляхі гуманізацыі навукі, тэхнікі і іх узаемадзеяння?

## 1.7. Прыродазнаўства і гуманітарыстыка

Узнікненне і паспяховае развіццё прыродазнаўства сучаснага тыпу мела трывалы духоўны, культурны падмурак і са свайго боку надзвычай моцна паўплывала на культуру ў цэлым і асабліва на кагнітыўны (пазнавальны) яе сегмент. Першым духоўным феноменам, у якім яно арганічна і поўна ўвасобілася, была класічная механіка. Яе распрацоўка надзвычай

пасавала да агульнакультурнага ландшафту XVII – пачатку XIX ст., да настрою думак, ідэалаў і чаканняў, народжаных індустрыяльнай рэвалюцыяй. У такіх умовах згаданы тэарэтычны феномен зрабіўся своеасаблівым узорам навуковасці безадносна да прадметнага і праблемнага поля даследчай дзейнасці, а Ньютан (1643–1727) успрымаўся як новы прарок [75, с.27–28].

Дамінаванне прыродазнаўства (класічнай механікі) у сістэме навуковага пазнання ў Новы час знайшло адлюстраванне і ў філасофіі. Як падкрэслівае Г.-Г. Гадамер, філасофскае асэнсаванне існасці пазнання і высвятленне пытання пра ўмовы праўдзівасці ведаў адбывалася і адбываецца найперш пад вырашальным уплывам прыродазнаўства, што паўстала як вынік навуковай рэвалюцыі XVII ст. [38, с.1]. Дадзеная сітуацыя шмат у чым была абумоўлена дзейнасцю асветнікаў (у першую чаргу Вальтэра [72, с.913]), якія надзвычай высока ацэньвалі ньютанаўскую механіку і ўспрымалі яе як прыродазнаўчы падмурак сваіх філасофскіх канцэпцый.

Тым не менш панаванне прыродазнаўчых пазнавальных стандартаў у навуковай культуры не было татальным нават у перыяд “трыумфальнага шэсця” ньютанаўскай механікі. У пэўных выпадках назіралася імкненне актуалізаваць і сцвердзіць ідэал гуманітарных ведаў, што сягае сваімі каранямі ў антычную эпоху як неабходнае дапаўненне прыродазнаўчага падыходу. Яскравым прыкладам супраціўлення дыктату ўласцівых для прыродазнаўства сучаснага тыпу прынцыпаў, арыентацый і нормаў пазнавальнай дзейнасці ў гэты час з’яўляецца творчасць Д. Віка (1668–1744) з характэрнай для яе артыкуляцыяй “памяці”, “фантазіі”, “усеагульнага здаровага сэнсу” як неабходных у пэўным сегменце культурнага жыцця і пазнання альтэрнатыў угрунтаванаму ў прыродазнаўчых навуках тыпу рацыянальнасці [45, с.184].

Увогуле, як мяркуюць гісторыкі навукі, у XVIII ст. былі зроблены вырашальныя крокі ў падрыхтоўцы вылучэння гуманітарыстыкі ў адносна самастойны элемент навуковага пазнання. У пачатку XIX ст. працэс згаданага вылучэння сталее, разгортваецца, набірае моц: узнікаюць самастойныя гуманітарныя даследчыя кірункі і традыцыі [40, с.416]. У сувязі з гэтым натуральна паўстала патрэба ў вывучэнні і раскрыцці існасці ўзаемадачынненняў гуманітарных навук і прыродазнаўства.

Разам з ёй выразна акрэслілася – надзвычай важная ў кантэксте разумення характару як гуманітарнага, так і прыродазнаўчага пазнання – задача высвятлення іх узаемнай спецыфікі, іх адметнасці.

Адваедная праблематыка была ўспрынята як грунтоўная і ў найвышэйшай ступені перспектыўная найперш нямецкім філосафам В. Дзільтэем (1833–1911). В.Дзільтэй імкнуўся разглядаць яе менавіта з пункту гледжання гуманітарыстыкі, кіруючыся ідэалам чалавека як цэласнай у сваёй рознабаковасці істоты, адоранай не толькі розумам з яго лагічнымі аперацыямі і схемамі, але і жаданнямі, воляй, пачуццямі [45, с.361–362]. Філосаф быў перакананы, што праявы і вынікі творчай дзейнасці людзей, разгортвання іх узаемных стасункаў, іх гістарычнага развіцця могуць плённа вывучацца толькі на аснове адмысловай пазнавальнай стратэгіі.

В. Дзільтэй таксама ні на ёту не сумняваўся ў тым, што згаданая стратэгія павінна кардынальна адрознівацца ад сістэмы характэрных для прыродазнаўства метадалагічных ідэалаў, арыенціраў і прынцыпаў. Прыродазнаўчыя навукі выяўляюць уласцівыя прыроднай рэчаіснасці каўзальныя сувязі, фармулююць законы, на якіх яны грунтуюцца, тлумачаць яе. Пагрунтаванае на тэарэтычным валоданні законамі рэчаіснага свету *тлумачэнне* не можа быць, аднак, плённым у абсягу гуманітарыстыкі, бо гістарычныя падзеі, мастацкія творы ці чалавечыя ўчынкі не могуць быць зведзены да законаў, да ўсеагульных і неабходных прычынна-выніковых сувязей. Таму іх нельга растлумачыць, іх можна толькі зразумець. У якасці гістарычнага падмурку для такога падыходу фігуравала *герменеўтычная духоўная традыцыя*, кагнітыўныя працэдуры ў рамках якой грунтуюцца менавіта на прынцыпах, ідэалах і мэтах інтэрпрэтацыі і разумення.

Паводле Дзільтэя, *разуменне* як эфектыўная пазнавальная стратэгія магчымае таму, што ў духоўнай рэчаіснасці, у яе фактах выяўляюцца пэўныя працэсы, аспекты, нюансы ўнутранага духоўнага жыцця індывідаў, пэўныя іх перажыванні. Пры гэтым надзвычай важна, што паміж згаданымі фактамі і іх унутранай духоўнай падставай захоўваецца жывая сувязь. Дзякуючы ёй кожны, хто імкнецца зразумець іх, можа дасягнуць такога разумення праз паўтарэнне звязанага з імі перажывання. Для яго, аднак, дадзенае перажыванне выступае як

новае, здольнае пашырыць яго духоўны далягляд, што абумоўлівае грунтоўны пазнавальны патэнцыял адпаведных практык.

Гэта з усёй відавочнасцю паказвае, што ў гуманітарным пазнанні ўнутраны свет яго суб'екта павінен быць задзейнічаны поўнасьцю, што суб'ектыўная зацікаўленасць, суб'ектыўны ўдзел у прадмеце пазнання выступае як у найвышэйшай ступені запатрабаваны. Іншая рэч – прыродазнаўства, дзе суб'ектыўнае разглядаецца як *persona non grata* ў кагнітыўным працэсе. На навуковым узроўні, у абсягу розных гуманітарных дысцыплін, задзейнічаны, безумоўна, больш складаныя, чым разгледжаныя вышэй, герменеўтычныя працэдуры. Дзільтэй меркаваў, аднак, што больш складаныя тыпы разумення грунтоўна на гэтай простае яго форме і ў канчатковым выніку зводзяцца да яе [41, с.103–104].

Праблема спецыфікі гуманітарнага пазнання і яго размежавання з прыродазнаўчымі навукамі хвалявала ў гэты час таксама філосафаў, якія належалі да так званай паўднёва-заходняй (бадэнскай) школы неакантыянства. У выніку адпаведных даследаванняў найбольш вядомы з яе прадстаўнікоў В. Віндэльбанд (1848–1915) прыйшоў да высновы, згодна з якой гуманітарныя навукі маюць *ідэяграфічны*<sup>17</sup> (ад старажытнагр. *idios* – уласны, *своеасаблівы* і *graphein* – *пісаць, апісваць*) характар: яны засяроджваюцца на непаўторным, індывідуальным, адмысловым. А вось прыродазнаўства характарызуецца як *намацэтычны*<sup>18</sup> (ад старажытнагр. *nomothetein* – *выдаваць законы, прадпісваць*) тып ведаў: яно арыентуецца на выяўленне заканамернага, усеагульнага, універсальнага. Акрамя таго, як сцвярджалі выдатныя прадстаўнікі дадзенага філасофскага кірунку, у абсягу гуманітарнага пазнання (у адрозненне ад прыродазнаўчага) вялікае значэнне мае *каштоўнасны аспект*: індывідуальнае, асаблівае можа быць вылучана як прадмет навуковага апісання толькі на аснове каштоўнаснага крытэрыю (у іншым выпадку выбар даследчыка будзе мець адвольны характар) [41, с.489].

<sup>17</sup> У гістарычна-філасофскім плане выраз “ідэяграфія” паўстаў у кантэксце інтэлектуальнай рэцэпцыі лейбніцаўскай філасофскай праграмы. З ім было звязана патрабаванне дакладнай перадачы ідэй праз пісьмовыя знакі [46, т.4, с.157].

<sup>18</sup> Тэрмін “намацэтычны” (як ад’ектывацыя назойніка “намацэтыка”) узыходзіць да творчасці Канта, які ўжываў яго ў сінанімічным да тэрміна “заканадаўчы” сэнсе (у дачыненні да заканадаўчай здольнасці розуму) [46, т.6, с.896].

Неабходна адзначыць, што на грунце выказанай найперш В. Дзільтэем ідэі метадалагічнай самастойнасці гуманітарных навук паўстала надзвычай уплывовая філасофская традыцыя. Разам з тым на яе адрас гучала і гучыць сур'ёзная крытыка: пазітывісцкі *ідэал адзінства навуковых стандартаў*, заснаванага на нормах і прынцыпах матэматычнага прыродазнаўства, таксама захоўвае сваю прыцягальную сілу. Прыхільнікі гэтага пункту гледжання бачаць у герменеўтыцы “псеўдаметадалогію недакладнай, адсталай, аддадзенай у палон самавольству і спекуляцыі навуковасці, якая павінна быць заменена лагічна-матэматычнай фармалізацыяй, для таго каб так званыя навукі пра дух (Geisteswissenschaften) узняліся да ўзроўню сур'ёзнай навукі” [40, с.127]. У кантэксце распрацоўкі адзінага, універсальнага ідэалу навуковасці паўстае, аднак, і супрацьлеглая тэндэнцыя – тэндэнцыя, якая характарызуецца імкненнем пагрунтаваць згаданы ідэал якраз на герменеўтычнай метадалогіі. Такая пазіцыя аргументуецца тым, што пытанні, датычныя асноў навук (у тым ліку і матэматызаванага прыродазнаўства) маюць спекулятыўны, недаступны матэматычнай фармалізацыі характар [40, с.127].

Той факт, што ў сучасных умовах назіраюцца працэсы, якія сведчаць пра ўзаемае збліжэнне гуманітарных і прыродазнаўчых навук, можа разглядацца, натуральна, як важкі аргумент на карысць ідэі адзінства навукі і яе пазнавальных стандартаў. (Гэтаму збліжэнню самым істотным чынам спрыяе, сярод іншага, адзначаная вышэй (1.3) скіраванасць сучаснага прыродазнаўства на распрацоўку сістэмнага бачання прыроды, у рамках якога паўстае новы яе вобраз, блізкі да духоўнага свету чалавека і чалавецтва. Яно абумоўліваецца таксама тым, што асаблівае значэнне ў сучаснай навуцы набывае вывучэнне звышскладаных сістэм, у якія ўключаны сам чалавек. У сувязі з гэтым “трансфармуецца ідэал каштоўнасна нейтральнага даследавання” і ў найвышэйшай ступені значнымі робяцца гуманістычныя нормы і прынцыпы [15, с.631].)

Ва ўсіх выпадках, аднак, наўрад ці правамерна і слушна інтэрпрэтаваць згаданае адзінства так, нібыта яно скасоўвае, сцірае ўсе ўнутрынавуковыя адрозненні і можа фігураваць як падстава для ўніфікацыі навуковых ведаў на той ці іншай метадалагічнай аснове. Яно павінна трактавацца хутчэй як дыялектычнае, канкрэтнае, аплодненае ўнутранай рознасцю і

разнастайнасцю. У такім выпадку аддаецца належнае спецыфіцы розных тыпаў ведаў, а таму і адкрываецца магчымасць для іх узаемнага ўзбагачэння праз цеснае ўзаемадзеянне, праз раўнапраўны дыялог.

Такім чынам, у пачатку Новага часу класічная механіка фігуравала як своеасаблівы узор навуковасці безадносна да прадметнага і праблемнага поля даследчай дзейнасці. Тым не менш панаванне прыродазнаўчых пазнавальных стандартаў у навукавай культуры не было татальным нават у перыяд “трыўмфальнага шэсця” ньютанаўскай фізікі. У пэўных выпадках (напрыклад, у творчасці Д.Віка) назіралася імкненне актуалізаваць і сцвердзіць ідэал гуманітарных ведаў, што сягае сваімі каранямі ў антычную эпоху, як неабходнае дапаўненне да прыродазнаўчага падыходу. У XVIII ст. былі зроблены вырашальныя крокі ў падрыхтоўцы вылучэння гуманітарыстыкі ў адносна самастойны элемент навуковага пазнання, якое ў пачатку XIX ст. сталее, разгортваецца, набірае моц, так што ўзнікаюць самастойныя гуманітарныя даследчыя кірункі і традыцыі.

У сувязі з гэтым выразна акрэслілася – надзвычай важная ў кантэксце разумення існасці як гуманітарнага, так і прыродазнаўчага пазнання – задача высвятлення іх узаемнай спецыфікі, іх адметнасці. У кантэксце яе вырашэння ў якасці адметнай характарыстыкі гуманітарыстыкі прапаноўвалася разглядаць наяўнасць у ёй такой пазнавальнай стратэгіі, як разуменне, што выступае як паўтарэнне перажыванняў, звязаных з чалавечым быццём у свеце, з адпаведнымі падзеямі і працэсамі. У супрацьлегласць гэтаму пазнавальная стратэгія прыродазнаўства характарызавалася як заснаванае на валоданні законамі рэчаіснасці тлумачэнне. Акрамя таго, указвалася на ідыяграфічны (звязаны з апісаннем непаўторнага, адметнага) характар гуманітарных навук, у той час як прыродазнаўства падавалася як наватэтычны (звязаны з заканамерным, усеагульным) тып ведаў.

У сучасных умовах назіраюцца працэсы, якія сведчаць пра ўзаемнае збліжэнне гуманітарных і прыродазнаўчых навук. Яго нельга разглядаць, аднак, як здольнае скасаваць усе ўнутрынавуковыя адрозненні і выступіць у якасці падставы для ўніфікацыі навуковых ведаў на той ці іншай метадалагічнай аснове. Адзінства навукі павінна трактавацца хутчэй як дыялектычнае, канкрэтнае, аплодненае ўнутранымі адрозненнямі.

### Пытанні і заданні

1. Якой з пазіцый пры адказе на пытанне пра пазнавальныя стандарты ў навуковым пазнанні вы аддаеце перавагу? Чаму?

2. Наколькі правамерна, з вашага пункту гледжання, строга, абмяжоўваць сферу магчымага ўжытку тлумачэння як пазнавальнай стратэгіі прыродазнаўчымі навукамі, а разумення – гуманітарнымі?

3. Якая філасофска-метадалагічная праграма (пазітывісцкая, герменеўтычная, неакантыянская і інш.) з'яўлецца, на ваш погляд, найбольш спрыяльнай для эфектыўнага і плённага ўзаемадзеяння гуманітарыстыкі і прыродазнаўства?

4. У тэксце параграфа гаворыцца пра ўзаемнае збліжэнне гуманітарыстыкі і прыродазнаўства ў сучасных умовах. Пастарайцеся знайсці факты, што пацвярджаюць наяўнасць такой тэндэнцыі. Падумайце пра найбольш важныя яе прычыны.

5. Як, на вашу думку, будуць развівацца ўзаемадачынненні гуманітарных і прыродазнаўчых навук у бліжэйшай будучыні? У больш аддаленай гістарычнай перспектыве? Паспрабуйце спраектаваць найбольш эфектыўную мадэль гэтага развіцця.

## 2. ГІСТАРЫЧНАЕ СТАНАЎЛЕННЕ ПРЫРОДАЗНАЎСТВА СУЧАСНАГА ТЫПУ

### 2.1. Гістарычная дынаміка навукі: асноўныя падыходы і праблемы

Стварэнне прыродазнаўства сучаснага тыпу належыць да вялікіх дасягненняў чалавечага духу, гэта вынік інтэнсіўнай творчай працы ўсяго чалавецтва (вынік, які, у сваю чаргу, разгортваецца ў працэс новых і новых пошукаў). Дадзены вынік быў (і мог быць) дасягнуты толькі ў пэўных умовах – калі на арэну гістарычнай творчасці выйшла дзейная, дынамічная асоба, якая прагнула эфектыўнасці, паспяховасці кожнага свайго дзеяння і таму мела вострую патрэбу ў неабходных для гэтага ведах пра характар і сутнасць рэальных з’яў і працэсаў. Згаданая патрэба і спарадзіла навуку (і найперш прыродазнаўства), якая абапіралася на эксперыменты і назіранні і апрацоўвала назапашаны такім чынам фактычны матэрыял пры дапамозе вытанчанага матэматычнага інструментарыю.

Прыведзеныя вышэй палажэнні грунтуюцца на пэўным бачанні гістарычнай дынамікі навукі, якое не з’яўляецца агульнапрынятым і бяспрэчным. Пры гэтым аспрэчваецца асноўны момант гэтага бачання – уяўленне пра гісторыю навукі як прагрэсіўнае ў канчатковым выніку развіццё, якое – дзякуючы адзінству духоўнай стыхіі, дзе яно здзяйсняецца, – мае ўнутрана звязны, кагерэнтны характар. У другой палове XX ст. дадзенае ўяўленне робіцца прадметам рэзкіх атак такіх філосафаў, як Т. Кун (1922–1995), П. Феерабэнд (1924–1994) і іх прыхільнікаў. Гэтыя тэарэтыкі ўказваюць на прынцыповую несувымернасць навуковых тэорый, якія змяняюць адна адну, так што ацаніць, якая з іх лепшая, якая горшая, проста немагчыма.

Каб адэкватна перадаць дыскрэтнасць, унутраную разарванасць гісторыі навукі, Т. Кун выкарыстоўвае ўспрынятае ім ад Л. Вітгенштэйна (1889–1951) і пераасэнсаванае адпаведным чынам паняцце *парадыгмы* – узорнай навуковай тэорыі, вакол

якой групуецца навуковая супольнасць<sup>19</sup>. Парадыгматычная тэорыя задае стандарты ў плане фармулявання і рашэння навуковых праблем, якія падзяляюцца, на думку Т. Куна, паводле ступені іх складанасці, на цяжжавырашальныя ў межах пэўнай парадигмы і таму небяспечныя для яе (анамаліі – anomalies) і на канформныя з яе існасцю, а таму адносна больш простыя і бяскрыўдныя ў яе кантэксце (праблемы-галаваломкі – puzzles). На першапачатковым этапе свайго існавання (згодна з тэміналогіяй Т. Куна – этап “нармальнай навукі”) парадигма раскрывае ўласцівы ёй тлумачальны патэнцыял, гартуе і ўдасканалвае сябе праз вырашэнне адэкватных яе характару праблем. Разам з тым у працэсе навуковага пошуку ўзнікаюць і аномаліі. У выніку іх назапашвання, якое суправаджаецца з’яўленнем новых, маладых творчых сіл у навуцы, і ва ўмовах кардынальных змен у сацыякультурным кантэксце складваецца сітуацыя, якая стымулюе распрацоўку альтэрнатыўных старой парадигме тэорый. У рамках гэтай – крызіснай – пазнавальнай сітуацыі адбываецца змаганне за статус дзейнай парадигмы паміж яго ўладальніцай і найбольш актыўнай, агрэсіўнай і жыццяздольнай сярод яе канкурэнтак. Зыход дадзенага змагання вызначаецца не тым, якая з тэорый найлепш стасуецца з рэчаіснасцю, з’яўляецца больш праўдзівай, а хутчэй пазанавуковымі фактарамі (жаданнем маладых, амбіцыйных даследчыкаў здзейсніць сябе ў навуцы, недасягальным пры панаванні старой, усталяванай, распрацаванай у сваіх асноўных аспектах тэорыі, эстэтычнымі момантамі і да т.п.). Т.Кун лічыць, што рацыянальная дыскусія паміж прыхільнікамі розных парадигмаў немагчымая: яны па-рознаму бачаць свет і размаўляюць на розных навуковых мовах. У тых выпадках, калі новая тэорыя перамагае, калі менавіта вакол яе пачынае групавацца навуковая супольнасць, адбываецца навуковая рэвалюцыя: навуковы пошук разгортваецца на новай аснове, ён атрымлівае новыя арыенціры, кіруецца новымі стандартамі і г. д.

Неабходна адзначыць, што прапанаваная Т. Кунам канцэпцыя гістарычнай дынамікі навукі выклікала хвалю крытыкі; яго абвінавачвалі ў ірацыяналізме, у шматзначнасці, невыраз-

---

<sup>19</sup> Неабходна адзначыць шматзначнасць дадзенага тэрміна ў Т.Куна, на якую справядліва ўказвалі яго крытыкі і дзеля пераадолення якой ён увёў пазней паняцце дысцыплінарнай матрыцы як сістэмы грунтоўных пазнавальных арыенціраў, характэрных для пэўнай навуковай супольнасці [57, с.182].

насці асноўных паняццяў, у схематызме. Разам з тым пераасэнсаванае і перапрацаванае ім паняцце парадыгмы набыло надзвычайную папулярнасць, што па сутнасці з’яўляецца вынікам усведамлення філосафамі і дзеячамі навукі грунтоўнай важнасці метатэарэтычнага ўзроўню навуковага пазнання.

Пад уплывам крытыкі, якую выклікала яго канцэпцыя, Т. Кун зрабіў пэўныя спробы яе мадыфікацыі. У галоўным, аднак, – у поглядзе на гісторыю навукі як на *дыскрэтны* па сутнасці працэс – ён настойваў на правамернасці сваёй пазіцыі. Гэтай пазіцыі трэба, безумоўна, аддаць належнае: шмат у чым правакацыйная, яна спрыяла разгортванню навуковых дыскусій па праблематыцы, звязанай з гістарычным развіццём навукі. Яна выявіла таксама істотныя праблемы, схаваныя за знешняй самавідавочнасцю навуковага прагрэсу. І сапраўды, паводле якіх крытэрыяў можна вызначыць, што новая тэорыя мае істотныя перавагі перад сваёй папярэдняй, так што з ёй звязаны крок наперад у пазнанні свету? Акрамя таго, у канцэпцыі Т.Куна ў новым святле паўстае праблема *навуковай рэвалюцыі*, якая мае істотнае значэнне для разумення сутнасці і характару гістарычнай дынамікі навукі.

Аднак прапанаваныя ім рашэнні тых праблем, што ён узнімае ў працэсе сваіх пошукаў, у шмат якіх выпадках падаюцца недастаткова абгрунтаванымі. Так, эмпірычны матэрыял з гісторыі навуковага пазнання сведчыць супраць наяўнай у яго поглядах абсалютызацыі моманту дыскрэтнасці, уласцівага гістарычнай дынаміцы навукі. Уважлівае вывучэнне працэсу разгортвання і дасканалення парадыгматычных тэорый паказвае, што ў яго рамках узнікае зародак ці, прынамсі, паўстаюць пэўныя нюансы, моманты, аспекты новых грунтоўных тэарэтычных утварэнняў. Прапанаваная ірландскім навукоўцам У. Гамільтанам (1805–1865) версія класічнай механікі, напрыклад, была дастасаваная да тэорыі электрычнасці і магнетызму, а таксама знайшла ўжытак (у абагульненым выглядзе) у квантавай механіцы [75, с.70]. Тэарэтычная апрацоўка гэтай апошняй Р. Фейнманам выступае як падрыхтоўка квантавай электрадынамікі [14, с.36–37], якая, у сваю чаргу, паслужыла ўзорам для іншых тэорый поля (гл.4.8).

Акрамя таго, у парадыгматычнай тэорыі могуць пачаткова існаваць шанцы і магчымасці для раскрыцця глыбокіх і грунтоўных таямніц прыроды, якія застаюцца ў ёй незаўважанымі і

нявыкарыстанымі. У класічнай механіцы, напрыклад, нявыкарыстанымі засталіся магчымасці для плённага разгортвання навуковай думкі, якія несла ў сабе выяўленае Г. Галілеем супадзенне інертнай і гравітацыйнай мас. Справа ў тым, што ў класічнай фізіцы яно разглядалася як выпадковае. А вось А. Эйнштэйн, не пагадзіўшыся з гэтым, дапусціў, што тоеснасць дзвюх мас мае істотны характар і што яна можа задаць перспектыўны кірунак навуковых пошукаў. Ён сапраўды выявіўся як надзвычай плённы і належаў да найважнейшых крыніц распрацоўкі ўсеагульнай тэорыі адноснасці [30, с.36].

Але гэтыя і падобныя да іх факты зусім не азначаюць, што гісторыя навукі выступае як паступовае і бесперапыннае прырашчэнне ведаў, іх нельга трактаваць як падставу, дастатковую для адмаўлення феномена навуковай рэвалюцыі. Яны азначаюць толькі, што дадзены феномен нельга разглядаць як незваротны скачок праз бездань, бо нават у выпадку самай радыкальнай перабудовы асноў навуковага пазнання застаецца месца для моманту ўнутранай сувязі, сувымернасці, пераемнасці.

Нельга пагадзіцца і з такім аргументам на карысць згаданага адмаўлення, паводле якога гаварыць пра навуковую рэвалюцыю бессэнсоўна, паколькі адбываецца перманентная інтэнсіфікацыя навуковага пазнання. Згаданая інтэнсіфікацыя можа мець розную магутнасць, розную ступень глыбіні і радыкальнасці. Навуковая рэвалюцыя з'яўляецца найбольш моцнай яе формай. Праўда, і ў дачыненні да яе можна выявіць у гэтым плане пэўную градацыю. Так, В.С.Сцёпін піша, што навуковая рэвалюцыя можа закранаць толькі аб'ектыўны бок навуковага пазнання, толькі навуковую карціну свету, як гэта мела месца пры пераходзе ад класічнай механікі да класічнай электрадынамікі. Разам з тым яна можа выяўляцца ў перабудове як карціны свету, так і ідэалаў навуковага даследавання, прыкладам чаго служыць узнікненне квантава-рэлятывісцкай фізікі [85, с.707–708].

Неабходна адзначыць, што канцэпцыя Т. Куна паспрыяла тэматызацыі ў навуковых даследаваннях і дыскусіях праблемы суадносін пазнавальных крызісаў і рэвалюцыйных пераўтварэнняў навуковых ведаў. Яго цэнтральная тэза ў дадзеным кантэксце, паводле якой крызісныя сітуацыі з'яўляюцца неабходнай перадумовай навуковых рэвалюцый і павінны папярэднічаць ім [57, с.67–68], не знаходзіць эмпірычнага пацвяр-

джэння: гістарычныя даследаванні выяўляюць тут “занадта шмат выключэнняў” [24, с.XVI]. В.С. Сцёпін указвае ў сувязі з гэтым на магчымасць радыкальнай перабудовы асноў навуковых ведаў праз “прышчэпку” парадыгматычных палажэнняў адной навукі ў іншую, што робіць наяўнасць папярэдняй крызіснай пазнавальнай сітуацыі зусім неабавязковай [15, с.12].

З пазіцыяй Т. Куна можна, аднак, пагадзіцца ў тым плане, што пазнавальныя крызісы ствараюць надзвычай спрыяльныя ўмовы для навуковых рэвалюцый, паколькі крызісныя варункі не дазваляюць навуковай думцы заспакоіцца, стымулююць творчы навуковы пошук. Узнікненне крызісных пазнавальных сітуацый звязана з тым, што ў складзе наяўных ведаў паўстаюць парадоксы – грунтоўныя супярэчнасці, якія падаюцца невырашальнымі на аснове тых стандартаў і нормаў, што дамінуюць на дадзены момант у навуковым пазнанні (іх можна ідэнтыфікаваць як анамаліі, калі выкарыстоўваць слоўнік Т. Куна). В.С. Сцёпін лічыць, што такія супярэчнасці выклікаюцца з’яўленнем у полі зроку даследчыкаў новых аб’ектаў, новых іх тыпаў, якія не ўпісваюцца ў наяўныя пазнавальныя структуры і “пазрабуюць новага спосабу бачання рэальнасці ў параўнанні з папярэдняй карцінай свету” [85, с.707]. У гэтым уцягненні новых, усё больш складаных аб’ектаў у сферу навуковага пошуку і ў адпаведным ускладненні навуковай праблематыкі можна таксама выявіць крытэрыяльную функцыю ў плане ідэнтыфікацыі, ацэнкі і параўнання навуковых тэорый дзеля вырашэння праблемы наяўнасці ці адсутнасці прагрэсу ў навуцы.

Прагрэсіўны характар гістарычнай дынамікі навукі выяўляецца таксама ў тым моманце, што ў працэсе разгортвання навуковага пошуку маюць месца перапрацоўка і асіміляцыя папярэдніх ведаў у складзе новых. У дадзенай сувязі можна спаслацца на адзначаную вышэй заканамернасць ва ўзаемадчынненнях парадыгматычных тэорый, згодна з якой удасканаленне пэўнай парадыгмы суправаджаецца ўзнікненнем элементаў і аспектаў новай грунтоўнай тэорыі. Існуюць, аднак, і іншыя шляхі згаданай асіміляцыі. Так, у рамках навукі сучаснага тыпу, якая ўзнікла ў выніку навуковай рэвалюцыі ў пачатку Новага часу, “увесь ансамбль ідэй і канцэптаў, што з’явіліся да гэтага ў абсягу розных сістэм і спосабаў мыслення – такіх, як сярэднявечны канцэпт “імпэтус”, – не толькі здолеў

абсарбіравацца ў новую структуру, але і выявіў значна большую эфектыўнасць (напрыклад, у той форме, у якой Тарычэлі трансфармаваў гэты канцэпт у нешта падобнае да канцэпту імпульсу)”<sup>20</sup> [58, с.85]. А вось такія дасягненні александрыйскай навуковай традыцыі, як тэорыя рычага ці тэорыя плавання цел, “былі дастаткова проста інкарпараваныя” ў склад новай сістэмы ведаў [58, с.85].

Што да развіцця сучаснага прыродазнаўства, то яго аналіз дазволіў зрабіць выснову, згодна з якой пры ўзнікненні новых тэорый выразна акрэсліваецца сфера ўжывання іх папярэдніц і яны атрымліваюць статус прыватнага выпадку сваіх паспяховых інавацыйных канкурэнтак (гэты момант фіксуецца ў прынцыпе адпаведнасці, сфармуляваным Н. Борам у 1923 г. у кантэксце суадносін квантавай і класічнай механікі). Новая тэорыя выступае ў такіх варунках як больш змястоўная і інфарматыўная, яна выяўляе большы тлумачальны патэнцыял, чым папярэдняя.

У дачыненні да сучаснай навукі ў якасці дадатковага крытэрыю яе прагрэсу можа служыць таксама развіццё тэхнікі, распрацоўка ўсё больш эфектыўных тэхналогій, бо гэтыя сферы цесна звязаныя паміж сабой. Некаторыя філосафы аспрэчваюць, праўда, такую магчымасць, паколькі іх сувязь падаецца ім недастаткова адназначнай, каб забяспечыць крытэрыяльныя функцыі тэхнічнага прагрэсу ў дачыненні да прагрэсу навуковага [66, с. 131–132]. Мяркуючы па ўсім, ён сапраўды не можа выконваць тут ролю асноўнага і непасрэднага крытэрыю, але яго правамерна разглядаць як дадатковы сродак ідэнтыфікацыі прагрэсіўнага развіцця навукі (асабліва ў сучасных умовах, якія далі падставу для распрацоўкі ідэі тэхнанавукі).

Варта адзначыць, што здольнасць навуковага пазнання да прагрэсіўнага развіцця ў немалой ступені абумоўліваецца той яго характарыстыкай, якую выразна выявіў К. Попер у сваёй крытычна-рацыяналістычнай філасофіі. Яе сутнасць у тым, што “навуковыя тэорыі адрозніваюцца ад міфаў толькі іх даступнасцю крытыцы і адкрытасцю да мадыфікацый у святле гэтай крытыкі” [74, с.7]. Згодна з гэтым аспектам іх прыроды навуковыя веды павінны ўвесь час праходзіць самую

---

<sup>20</sup> Паняцце імпульсу будзе разгледжана ніжэй (гл.2.3).

жорсткую і непрадузятую праверку на іх адпаведнасць рэальнаму стану рэчаў (а таксама крытэрыям прастаты апісання, інфарматыўнасці і г. д.).

*Такім чынам, гістарычная дынаміка навукі мае складаны, супярэчлівы характар: у ёй спалучаюцца момант бесперапыннасці, апасродкаванасці кожнага наступнага стану навуковага пазнання яго папярэднім станам і момант дыскрэтнасці, звязаны з радыкальнымі пераўтварэннямі навуковых ведаў, іх асноў, якія адбываюцца ў рэвалюцыйныя перыяды іх развіцця. Згаданае развіццё мае ў канчатковым выніку прагрэсіўны характар. У якасці крытэрыяў прагрэсу навуковага пазнання могуць служыць ускладненне навуковай праблематыкі, асіміляцыя дасягнутых на папярэдніх этапах ведаў у складзе новых, больш багатых і змястоўных (у кантэксце гістарычнага развіцця сучаснага прыродазнаўства – наяўнасць дачынення адпаведнасці: папярэдняя тэорыя выступае як прыватны выпадак новай).*

#### Пытанні і заданні

1. У маладосці А.Эйнштэйн прызнаваў наяўнасць рэвалюцый у навучы, а пры канцы яго жыццёвага шляху яго пазіцыя ў дадзеным пытанні кардынальна змянілася. Як вы лічыце, чаму гэта адбылося? Якая са згаданых пазіцый – сцвярджальная ці адмоўная – бліжэй вам? Чаму?

2. Якімі характэрнымі рысамі адзначана крызісная пазнавальная сітуацыя? Паспрабуйце сістэматызаваць яе характарыстыкі.

3. Ці згодныя вы з тэзай пра прагрэсіўны характар гістарычнага развіцця навукі? Абгрунтуйце свой адказ.

4. Ці падтрымліваеце вы наданне крытэрыяльных функцый у плане выяўлення прагрэсу навуковых ведаў развіццю тэхнікі? Абгрунтуйце свой адказ.

5. Паспрабуйце даць сваю ўласную ацэнку поглядам Т.Куна. Што найперш, на вашу думку, прыцягнула ўвагу філосафаў, тэарэтыкаў навуказнаўства, гісторыкаў навукі да іх?

## 2.2. Этапы станаўлення прыродазнаўства сучаснага тыпу

Эмпірычнае вывучэнне прыроды і першыя тэарэтычныя спекуляцыі на аснове гэтага вывучэння мелі месца ўжо ў перша-

бытным грамадстве. Эмпірычнае вивучэнне было звязана з *практычнай дзейнасцю людзей*, а першыя спробы тэарэтычнай апрацоўкі яго вынікаў адбываліся ў цеснай сувязі з *магіяй* [78, с. 11–13]. Такім чынам, навука ўжо ў гэтым прымітыўным выглядзе выявіла сваю дуалістычную духоўна-прагматычную натуру. Тэхніка ў гэты час апярэджвала тэарэтычныя спекуляцыі, практыка дамінавала над тэорыяй. Тым не менш першыя крокі на шляху вивучэння прыроды, у якасці асноўных напрамкаў якога неабходна адзначыць медыцыну, астраномію, даследаванне флоры і фаўны, былі зроблены.

Істотнае значэнне ў плане далейшага разгортвання даследчай дзейнасці мела развіццё першабытнай эканомікі (узнікненне земляробства і жывёлагадоўлі), а таксама вынаходства пісьменства. Прагрэс вытворчасці вызваліў для людзей пэўную частку часу ад працы, неабходнай толькі для выжывання, і дазволіў, такім чынам, канцэнтравання на вырашэнні задач, што выходзяць за рамкі задавальнення першасных цялесных патрэб. Узнікненне пісьменства зрабіла магчымай значна больш эфектыўную і дакладную, чым гэта мела месца ў стыхіі вуснай традыцыі, перадачу назапашанага вопыту (у тым ліку і ў сферы тэарэтычнага засваення прыроды) новым пакаленням. У такіх умовах навуковыя даследаванні маглі быць значна больш інтэнсіўнымі і плённымі. І сапраўды, у *найбольш развітых цывілізацыях Старажытнага Усходу (у Міжрэччы, Егіпце)* былі *дасягнуты істотныя поспехі ў тэарэтычным вивучэнні прыродных з'яў і працэсаў*. Пэўныя з даследчых вынікаў, атрыманых старажытнаўсходнімі астраномамі, выкарыстоўваюцца і сёння ў такіх практыках, як, напрыклад, стварэнне календароў.

Неабходна адзначыць, што і для старажытнаўсходняй навукі быў характэрны згаданы вышэй дуалізм. Падпарадкаваны ў першую чаргу рашэнню практычных задач навуковы пошук і тут імкнуўся выйсці за межы вузкага прагматызму. Парадыгматычныя рамкі для сістэматызацыі эмпірычнага матэрыялу, што назапашваўся ў рамках практычнага засваення свету, стваралі пры гэтым міфалагічныя і магічныя ўяўленні. У першапачатковых навуковых даследаваннях фіксаваліся сувязі паміж натуральнымі феноменамі, якія назіраліся людзьмі, і іх міфалагічна-касмаганічнай карцінай свету. Нават у егіпцянаў, навука якіх падаецца больш рэалістычнай, чым у іншых ста-

ражытнаўсходніх народаў, шукаўся ключ да адносін паміж чалавекам і ўніверсумам. У цэнтры ўвагі навукі Старажытнага Усходу ўвогуле знаходзіліся хутчэй адносіны паміж феноменамі, чым самі феномены, у чым таксама выяўляецца ўплыў магіі [78, с.80–81].

Згаданая *міфалагічна-касмаганічная карціна свету* мае сінкрэтычны характар: логіка зліваецца ў ім з паэзіяй, абстрактнае – з вобразным, а чалавечы і прыродны свет робіцца полем дзеяння багоў і духаў, якія і выклікаюць да жыцця пэўныя прыродныя з’явы. Уяўленні, што яе ўтвараюць, падаюцца адвечнымі: невядома, хто і калі ўпершыню распавёў пра іх, і ўвогуле яны абапіраюцца на аўтарытэт традыцыі, што сягае ў глыбіню вякоў.

У VII–VI стст. да н. э. у антычнай Грэцыі склалася сітуацыя, у якой міфалагічны падыход выявіў сваю недастатковасць у плане забеспячэння патрэб духоўнага жыцця, што абумовіла неабходнасць новага тыпу светабачання, заснаванага на рацыянальных прынцыпах. Гэтая духоўная рэвалюцыя была звязана найперш з утварэннем антычных гарадоў-дзяржаў з дэмакратычнымі тэндэнцыямі ў іх палітычным уладкаванні, увасабленнем якіх з’яўляецца агара. Паўнапраўныя грамадзяне поліса ў той ці іншай ступені прыцягваліся да дзяржаўнага кіравання і ўдзельнічалі ў палітычным жыцці. Гэта патрабавала ад кожнага з іх заняць сваю пазіцыю ў дачыненні да ўсеагульна важных праблем і пытанняў, знайсці і выказаць важкія аргументы на яе карысць і ацаніць важкасць і паслядоўнасць аргументацыі іншых, магчыма, больш актыўных удзельнікаў палітычнага працэсу. Такім чынам, рацыянальныя формы тэарэтычнага засваення рэчаіснасці і адпаведны тып маўлення атрымалі магутны стымул для свайго развіцця, што заканамерна прывяло да пераасэнсавання светапоглядных асноў жыцця і дзейнасці людзей.

Першым вынікам згаданага пераасэнсавання з’явіліся *натурфіласофскія канцэпцыі*, распрацаваныя найперш у VI ст. да н. э. у Мілеце, высокаразвітым горадзе ў Малой Азіі (таму адпаведная філасофская школа атрымала назву Мілецкай). Гэтыя канцэпцыі яшчэ не былі і не маглі быць абсалютна вольнымі ад міфалагічных уяўленняў (антычная Асвета мела ўвогуле значна больш памяркоўны і кампрамісны характар, чым Асвета Новага часу [38, с.276]). Тым не менш стратэгія

запытвання і кірунак пошукаў былі ўжо прынцыпова іншымі, новымі, звязанымі з адзіным іманентным, неад’емным прынцыпам усяго рэчаіснага (arche) і з неад’емна ў рэчаіснасці прысутнымі прычынамі ўсіх падзей, што ў ёй адбываюцца<sup>21</sup>.

У сінкрэтычным адзінстве з натурфіласофскімі пошукамі і пад іх вырашальным уплывам разгортваюцца ў гэты час і навуковыя даследаванні. І ў больш позні перыяд (V, але найперш IV ст. да н. э.) менавіта філасофія дамінавала ў пазнавальнай дзейнасці (у гэты перыяд яна набыла сваю класічную форму, гэта быў час яе росквіту). Аднак вынікі навуковых даследаванняў, якія няўхільна выкрышталізоўвалі сваю спецыфіку ў рамках цэласнага, сінтэтычнага тэарэтычнага пошуку, што адбываўся пад знакам філасофскага мыслення, уплывалі, са свайго боку, на творчасць філосафаў. Так, Платон імкнуўся ўлічваць у сваёй філасофіі прыроды набыткі антычных астраномаў [58, с.22], а на філасофію Арыстоцеля зрабілі самы істотны адбітак яго ўласныя біялагічныя даследаванні [56, с.29–30].

Інтэнсіўная духоўная праца антычных тэарэтыкаў дасакратычнага і класічнага перыядаў падрыхтавала ўзнікненне такога феномена, як *эліністычная, александрыйская навука*. Істотнае значэнне пры гэтым мелі і выяўленне антычнымі філосафамі грунтоўных формаў дэдуктыўных разваг, і актыўны ўжытак Арыстоцелем і іншымі даследчыкамі індуктыўнага метаду, і ўсведамленне фундаментальнай ролі матэматыкі ў сферы навуковага пошуку. Александрыйская навука – асобы феномен у духоўнай гісторыі чалавецтва. Яна можа разглядацца і як правобраз, і як своеасаблівы эмбрыён навукі сучаснага тыпу. Прысвечаная вытанчаным, складаным праблемам, яна мела высокаматэматызаваную форму (якая часам ацэньваецца як татальная, абсалютная, так што эмпірычны аспект выглядае ў ёй нібы пазбаўленым права на існаванне<sup>22</sup>).

Неабходна адзначыць, што ў пэўных гістарычных даследаваннях эліністычная навука падаецца як таямнічае, невытлума-

<sup>21</sup> У такіх умовах міф заканамерна пачаў страчваць непадзельнае панаванне ў духоўным жыцці. У выніку адпаведнага працэсу, аднак, як лічыць шмат хто з філосафаў, ён не страціў ні сваёй легітымнасці, ні адведзенага менавіта яму месца ў сістэме духоўных формаў і спосабаў пазнання [46, т.6, с.300, 314–316].

<sup>22</sup> С. Хокінг і Л. Млодзінаў пішуць у дадзенай сувязі, што Архімед не характарызаваў вынікі сваіх даследаванняў як адкрыццё законаў і “не тлумачыў іх праз указанне на назіранні і эксперыменты. Замест гэтага ён ставіўся да іх так, нібы яны былі чыста матэматычнымі палажэннямі ў аксіяматычнай сістэме, падобнай да той, якую стварыў Эўклід для геаметрыі” [43, с.24].

чальнае “іншароднае цела” ў антычным культурным кантэксце. Пазбаўленая істотных стасункаў з іншымі культурнымі феноменамі, яна цікавіла нібыта толькі яе творцаў, а таксама прадстаўнікоў пталемееўскай дынастыі, што невядома з якіх прычын падтрымлівалі яе [58, с.55]. У такім меркаванні фіксуецца (безумоўна, у перабольшаным выглядзе) своеасаблівы характар александрыйскай навукі. Ні ў якім разе нельга, аднак, пагадзіцца з канстатаванай тут поўнай яе выключанасцю з агульнакультурнага кантэксту Антычнасці. Па-першае, яе ўзнікненне было падрыхтавана, як указвалася вышэй, яе вялікімі папярэднікамі, вынікі працы якіх зусім справядліва набылі статус класічных. Па-другое, яе нельга вырываць з таго ўсеагульнага грамадскага і культурнага кантэксту, у якім разгортвалася пазнавальная дзейнасць грэкаў, складовай часткай якой яна з’яўляецца.

Пры ўсіх сваіх дасягненнях (дастаткова ўгадаць імя Архімеда і ўсё зробленае ім у галіне механікі, гідрастатыкі, опыты) антычная навука і яе найвышэйшая форма – навука эліністычная – не можа разглядацца як тоесная навуцы сучаснага тыпу. Справа ў тым, што яна не мела такога магутнага цывілізацыйнага падмурку для свайго развіцця, які мае сучасная навука. Акрамя таго, у адрозненне ад апошняй яна не была татальна эксперыментальнай. Гэта звязана з яе парадыгматычнай сузіральнасцю, якая карэніцца ў канчатковым выніку ў грэблівым стаўленні да ўсялякай фізічнай працы як наканавання рабоў [40, с. 222].

Тым не менш антычная навука мае вялікае гістарычнае значэнне, яна істотна паўплывала на далейшае разгортванне навуковага пошуку, у тым ліку і на даследаванні стваральнікаў навукі сучаснага тыпу. Яна ўвогуле ўяўляе сабой грунт усяго развіцця навуковага пазнання ў заходняй цывілізацыі. У ёй закладзены асновы вялікага ідэалу навуковай дзейнасці – ідэалу адданасці праўдзе і яе пошуку. Разам з тым неабходна адзначыць, што навука антычнай эпохі – гэта найперш навука старажытных элінаў. Рымляне выступаюць у дадзеным дачыненні хутчэй як сістэматызатары і эпігоны.

*Сярэднявечная навука* (V–XV стст.) развівалася ва ўмовах дамінавання рэлігіі. У гэтай сувязі паўстае пытанне, як уплывала хрысціянства на развіццё навукі ў заходнім культурным абсягу. На яго нельга даць адназначны адказ. З аднаго боку

(асабліва напачатку), сярод хрысціян была вельмі пашырана падазронасць у дачыненні да навукі і боязь яе як занятку свецкага, у дадатак да ўсяго цесна звязанага з паганскай культурай. Разам з тым мела месца і ўзмацнялася іншая пазіцыя: праз навуку, праз прыродазнаўства чалавек можа ўзняцца да больш глыбокага разумення такога Боскага тварэння, як фізічны свет, падзівіцца на мудрасць і магутнасць Бога і адчуць удзячнасць за тое, што Бог дазваляе далучыцца да яе праз яе пазнанне. (Менавіта такая пазіцыя была ў Святога Аўгусціна, мысляра, якога нярэдка называюць настаўнікам Захаду.)

Асобае месца ў пазнавальных практыках дадзенай эпохі займае *ісламская навука*. Па сваіх істотных характарыстыках яна надзвычай блізкая навуцы сучаснага тыпу; найперш трэба адзначыць той момант, што яе прадстаўнікі ў значна большай ступені, чым дзеячы антычнай навукі, звяртаюцца да эксперыментаў. Ісламская навука дасягнула істотных поспехаў у розных галінах пазнання (узгадаем, напрыклад, Авіцэну і яго працы ў галіне медыцыны, якія яшчэ нават у XVII ст. і ў хрысціянскім, і ў ісламскім свеце выконвалі ролю стандартных медыцынскіх тэкстаў). Яна моцна паўплывала на развіццё еўрапейскай філасофіі і навукі, на выпяванне перадумоў станаўлення навуковага пазнання сучаснага тыпу. Аднак, як і ў дачыненні да антычнай навукі, у дадзеным выпадку нельга весці гаворку пра трывалы цывілізацыйны падмурак для навукова-даследчай дзейнасці, і “залаты век” ісламскай навукі (VIII–XIII стст.) змяніўся заняпадам (у немалой ступені ў сувязі з мангольскімі заваёўніцкімі войнамі).

Кантакты еўрапейскай хрысціянскай цывілізацыі з ісламскім светам адкрылі еўрапейцам доступ да шматлікіх антычных і арабскіх тэкстаў, што значна ўзбагаціла пазнавальныя практыкі сярэднявечнай Еўропы. Істотная роля ў перакладзе і распаўсюджванні гэтых тэкстаў належала ўніверсітэтам, адкрыццё якіх у XII ст. стала магутным фактарам ажыўлення інтэлектуальнага жыцця на сярэднявечным еўрапейскім абшары. Надзвычай важным у кантэксце развіцця навукі момантам у згаданым ажыўленні быў *пачатак распрацоўкі навуковай метадалогіі* (Роберт Гросэстэстэ (1175–1253), Роджэр Бэкан (1214–1294)).

Навуковыя даследаванні, што праводзіліся ў эпоху позняга Сярэднявечча, былі сканцэнтраваны на фізічнай праблема-

тыцы. Асноўныя вынікі былі ў гэты час дасягнуты ў працэсе аналізу навуковых твораў Арыстоцеля і фіксаваліся ў іх каментарыях. У дадзенай сувязі ў першую чаргу неабходна адзначыць даследаванні прадстаўнікоў Парыжскай школы (Жана Бурыдана (каля 1300–1358), Мікалая Арэзмскага (каля 1320–1382)), якія рыхтавалі глебу для Вялікай навуковай рэвалюцыі пачатку Новага часу (XVII ст.).

Працэс яе падрыхтоўкі паскорыўся, зрабіўся імклівым у эпоху *Рэнесансу* (XIV – пачатак XVII ст.), эпоху пераходнага характару, і таму надзвычай супярэчлівую, складаную і бурную. Менавіта ў гэты час пачалося зараджэнне навукі новага, сучаснага тыпу і былі вырацаваны спрыяльныя ўмовы для яе развіцця. Непасрэдным вынікам гэтай напружанай духоўнай працы і з’яўляецца згаданая вышэй Вялікая навуковая рэвалюцыя. Такое разгортванне падзей выглядае цалкам заканамерным, сама атмасфера эпохі, напоўненая прагай сацыяльных змен, рэформ і навацый, імкненнем да індывідуальнай самастойнасці ў думках і дзеяннях, да самаздзяйснення і самаўдасканалення, давала навуковаму пошуку магутныя імпульсы (і зведвала яго зваротны ўплыў). Гэта быў неспрыяльны час для ўсялякага кшталту догмаў і надта спрыяльны для ўсталявання рацыянальна-крытычнага погляду на навакольны свет (які мог, аднак, мудрагеліста спалучацца з містычнымі ідэямі і практыкамі). Нездарма ў ім усе аспекты і бакі індывідуальнага і грамадскага жыцця прыйшлі ў рух (і не толькі ў пераносным сэнсе – згадаем развіццё мараплаўства і Вялікія геаграфічныя адкрыцці). Радыкальныя змены ў карціне свету, у самім спосабе светабачання стымуляваліся і вялікімі дасягненнямі ў тэхналагічнай сферы, найперш вынаходствам кнігадрукавання (1453). Дзякуючы стварэнню друкавальнага станка адбылася радыкальная дэмакратызацыя навуковага пазнання, і яно атрымала новыя, магутныя крыніцы духоўнай энергіі.

Істотна паспрыяла разгортванню рэвалюцыйных пераўтварэнняў навукі яе плённае ўзаемадзеянне з іншымі духоўнымі формамі, у кожнай з якіх у гэты час панавала атмасфера пошуку, руху, творчасці. Як будзе паказана ніжэй (2.5), пры разглядзе працэсу станаўлення біялагічных ведаў сучаснага тыпу, магутныя імпульсы згаданым пераўтварэнням надалі непасрэдня, інтэнсіўныя і надзвычай плённыя стасункі навуковага пазнання і рэнесансавага мастацтва. Кардынальныя

змены ў сферы навукі стымуляваліся таксама бурнымі падзеямі, што адбываліся ў дадзеную эпоху ў рэлігійным і царкоўным жыцці. Рэфармацыйны рух з уласцівым яму акцэнтаваннем неабходнасці вяртання да першапачатковай чыстай веры і ў сувязі з гэтым грунтоўнай важнасці рэлігійных першакрыніц спрыяў новаму навуковаму падыходу да прыроды, звернутаму да яе самой, да яе першасведчанняў, якія можна атрымаць праз назіранні і эксперыменты.

Надзвычай інтэнсіўным, багатым на падзеі і вынікі было і ўзаемадзеянне рэнесансавай навукі і філасофіі, якому належала, безумоўна, фундаментальная роля ў працэсе перабудовы навуковых ведаў. Найперш неабходна адзначыць у гэтым плане філасофска-крытычны, рэфлексіўны аналіз асноў навуковадаследчай дзейнасці, асноў навуковай метадалогіі, які вёўся адраджэнскімі тэарэтыкамі. У выніку адпаведных намаганняў была ясна ўсведомлена і падкрэслена (у творчасці Леанарда да Вінчы, напрыклад [46, т. 12, с. 906–907]) неабходнасць спалучэння ў абсягу навуковага пошуку эмпірычных даследаванняў і матэматычных доказаў, а таксама практычнай скіраванасці навукі. Пры гэтым, каб абгрунтаваць неабходнасць прыцягнення матэматыкі ў кола прыродазнаўчага пошуку, часам прыводзіліся аргументы містычнага характару, як у І. Кеплера [24, с.127].

У дадзенай сувязі варта адзначыць істотную ролю, што належала ў працэсе распрацоўкі асноў навуковага метаду, платанізму і неаплатанізму, а таксама досыць блізкаму да іх герметызму. (Тут выразна выяўляецца падкрэсленая вышэй запатрабаванасць філасофіі ў абсягу навукі на крызісных, пераломных для яе развіцця этапах.) *Герметызм* – гэта вучэнне, якое прыпісваецца егіпецка-эліністычнаму богу Гермесу Трысмегісту. Містычнае па сваёй сутнасці, яно заклікала чалавека ўзняцца да адмысловага стану, у якім ён быў бы здольны інтуітыўна спасцігнуць Боскую існасць, а значыць, і існасць выратавання, і ў якім ён змог бы “ў сабе самім адкрыць элементы Боскага, дасягаючы містычнай сімпатыі паміж светам і чалавецтвам” [78, с.383]. Герметызм уключаў у сябе моцны піфагарэйска-платанічны кампанент і таму, як і платанічная філасофія, забяспечваў матэматычным аб’ектам высокі статус, што давала стваральнікам новай навукі метафізічныя аргументы на карысць актыўнага ўжывання матэматыкі ў прыродазнаўчых даследаваннях.

Неабходна, аднак, мець на ўвазе амбівалентнасць і супярэчлівасць уплыву на навукова-даследчую дзейнасць містычных філасофскіх вучэнняў: у пэўных выпадках і ў пэўных адносінах, як лічаць некаторыя гісторыкі навукі, такога кшталту пазіцыі выступалі як перашкоды для яе паспяховага разгортвання [24, с. 185–187]. Гэта выразна падкрэслівае важнасць інтэнсіўнага філасофскага пошуку саміх навукоўцаў: надта важкія негатыўныя наступствы цягнуць за сабой неадэкватныя пэўнай пазнавальнай сітуацыі філасофскія падставы іх даследаванняў.

Што да вопыту, дык у гэты час замацоўваецца меркаванне, паводле якога яму належыць роля “арбітра ў пошуках цалкам здавальняючага апісання свету” [58, с.78]. У выпадку І. Кеплера згаданая “адкрытасць” да вопыту ўзмацнялася яго інтэрпрэтацыяй эмпірычных фактаў як “дадзеных Богам і, значыць, як таго, што неабходна прыняць з усёй пакорай” [58, с.78]. І ён не толькі дэклараваў гэта, ён выконваў (нават педантычна выконваў) дадзенае патрабаванне ў працэсе сваіх даследаванняў [58, с.79].

Надзвычай важнай вяхой у працэсе ўзнікнення навукі сучаснага тыпу была распрацоўка ідэі *прыроднага закона* як неабходнай сувязі паміж з’явамі, якая найбольш адэкватна перадаецца праз матэматычныя функцыянальныя залежнасці. Для вытокаў гэтай ідэі ў навуковай культуры Новага часу таксама стаіць І. Кеплер. У яго, як пазней і ў Дэкарта, яна мела, аднак, тэалагічную падставу: закон азначае звязненне разнастайных феноменаў да адзінства, усталяванага Богам у акце тварэння [40, с.114].

Вызначыць, на які час прыпадае пачатак навуковай рэвалюцыі, з якімі падзеямі і з якімі дзеячамі навукі ён звязаны, – справа нялёгкая: дастаткова сказаць, што некаторыя даследчыкі аспрэчваюць нават рэвалюцыйны характар тэорыі Каперніка [25, с.63]. Найбольш слушным падаецца ў дадзенай сувязі меркаванне, згодна з якім *вырашальныя трансфармацыі навуковых ведаў адбыліся ў XVII ст.* Неабходна падкрэсліць, што ў гэты час працягваецца інтэнсіўная праца, скіраваная на выяўленне істотных характарыстык навуковай метадалогіі. У выніку прапаноўваюцца *тры асноўныя версіі новай праграмы навуковых даследаванняў*. Першая з іх звязана з творчымі пошукамі Г.Галілея; яна развівае згаданыя вышэй ідэі

I.Кеплера. Яе найістотнейшая рыса – перакананне ў тым, што матэматычныя пабудовы выяўляюць істотныя характарыстыкі рэальнага стану рэчаў і што абгрунтаваныя пры дапамозе матэматычных працэдур тэарэтычныя палажэнні дапускаюць эмпірычную, эксперыментальную праверку і патрабуюць яе. Яна нацэльвае на стварэнне ідэалізаванай карціны рэальных працэсаў, якая праз згаданую эксперыментальную праверку не страчвае сувязі з гэтымі працэсамі.

Другая версія навуковай праграмы знайшла найбольш яскравае абгрунтаванне і ўвасабленне ў творчасці Р. Дэкарта. Гісторыкі навукі характарызуюць яе як “кінетычны карпускулярызм” [58, с.80] і бачаць у ёй спробу адрадзіць антычны атамізм, надаўшы яму строгую матэматычную форму ў традыцыях александрыйскай навукі. Істотнае значэнне ў ёй надаецца таксама дэдуктыўнаму спосабу выбудоўвання разваг, у якіх здзяйсняецца тэарэтычная дзейнасць. З галілееўскай версіяй версію Дэкарта звязвае матэматычная канцэпцыя руху, так што паўстае пытанне пра магчымы непасрэдны ўплыў Галілея на яе распрацоўку, наяўнасць якога, аднак, сам Дэкарт рэзка і катэгарычна адмаўляў [58, с.81].

I, нарэшце, трэцяя версія навуковай праграмы была распрацавана Ф. Бэканам. У ёй развіваецца ідэя эксперыментальнага засваення прыроды, падкрэсліваецца эўрыстычная значнасць эксперыментаў (у адрозненне ад галілееўскай версіі, дзе за імі замацоўваецца найперш функцыя праверкі і кантролю, хоць Г. Галілей у сваіх пошуках зусім не ігнаруе і эўрыстычны тып эксперыментавання [58, с.83]). Ф. Бэкан падкрэслівае таксама здольнасць навукі кардынальна змяніць жыццё чалавецтва, паспрыяць рашэнню грунтоўных сацыяльных праблем і нацэльвае яе, такім чынам, на дасягненне адпаведных мэт (што не магло не знайсці станоўчы водгук у грамадстве).

Неабходна адзначыць, што на працягу XVII ст. адбывалася плённае ўзаемадзеянне згаданых падыходаў да вывучэння прыроды, якое падрыхтавала глебу для іх творчага сінтэзу, здзейсненага ў навуковых даследаваннях І. Ньютана, вынікі якіх яскрава засведчылі факт нараджэння навукі сучаснага тыпу.

Дадзеная падзея, як указвалася вышэй, была абумоўлена развіццём грамадства ўвогуле. Навука сучаснага тыпу была неабходнай і запатрабаванай у арганізаваным на новых прынцыпах грамадскім жыцці. Тым не менш за сваё грамадскае прызнанне

яна мусіла змагацца з усіх сіл: надта смелай і нязвычайнай яна была ў сваіх падыходах і ідэях, каб быць проста і лёгка прынятай у грамадстве, якое дагэтуль стагоддзямі перадавала з пакалення ў пакаленне пэўную – асвечаную хрысціянскай рэлігіяй і царквой – карціну свету і пэўную – хрысціянскую – сістэму каштоўнасцей каардынат. Праўда, І. Прыгожын і І. Стэнгерс даводзяць пра “рэзананс, гэта значыць узаемае ўзмацненне, двух дыскурсаў” – навуковага і тэалагічнага [75, с.46]. Славытыя аўтары, мяркуючы па ўсім, шмат у чым маюць рацыю. Неабходна, аднак, адзначыць, што на шляху згаданага ўзаемага ўзмацнення і спрыяння існавалі магутныя перашкоды, бо ўсвядоміць унутраную блізкасць сучаснай навукі і рэлігійнага дыскурсу для шырокай масы людзей было звышскаладанай задачай. Менавіта таму новая навука мусіла прабіваць сабе дарогу праз канфлікты і калізіі, нястомна пераконваючы сучаснікаў і сведкаў працэсу яе нараджэння (найперш вуснамі Ф. Бэкана) у сваёй практычнай значнасці ці (напрыклад, вуснамі Г. Галілея) ва ўзгодненасці яе ідэй з прынцыпамі хрысціянскага веравучэння. Відавочна, аднак, што ў гэтых сваіх намаганнях яна ў канчатковым выніку была асуджана на поспех.

У дадзенай сувязі паўстае пытанне, чаму навука сучаснага тыпу ўзнікла менавіта ў заходнім культурным асяродку. Індыйская, кітайская, арабская цывілізацыі таксама дасягнулі значных поспехаў у навуковым пазнанні прыроды. Але ні дасягненні навукі, ні тэхнічныя вынаходствы (компас, папера, кнігадрукаванне, порах у Кітаі былі вынайздзены раней, чым у Еўропе) не мелі ў іх такога дэстабілізацыйнага эфекту, які яны выклікалі на заходнім цывілізацыйным абшары [75, с.45–46]. Як указваюць І. Прыгожын і І. Стэнгерс, у сацыяльным плане такая сітуацыя была абумоўлена тым, што напрыканцы Сярэднявечча еўрапейскія інтэлектуалы ў асноўным не залежалі ад улад і вылучаліся схільнасцю “да інавацый, да вычарпання ўсіх іх магчымасцей, якімі б небяспечнымі для грамадскага парадку яны ні былі”, у той час, напрыклад, як кітайскія навукоўцы “былі чыноўнікамі, абавязанымі прытрымлівацца бюракратычных правіл”, належалі да бюракратычнага дзяржаўнага апарату, які меў на мэце падтрыманне грамадскага статус-кво [75, с.45]. Знаўцы гісторыі і культуры Кітая адзначаюць таксама, што праз уласцівае гэтай культуры ўяўленне пра гарма-

нічнае ўладкаванне свету ў ёй не было выпрацавана паняцце закона прыроды [75, с.48–49].

Ідэя, паводле якой прыродныя працэсы падпарадкоўваюцца пэўным заканамернасцям, праз пазнанне якіх можна дасягнуць панавання над прыродай, мела грунтоўнае значэнне ў заходнім культурным асяродку і заставалася чужой для Усходу. Менавіта заходняя цывілізацыя спарадзіла той дынамічны, дзейны і зацікаўлены ў веданні законаў прыроды тып асобы, пра які вялася гаворка вышэй. У канчатковым выніку пытанне пра тое, чаму ён з'явіўся менавіта на заходнім цывілізацыйным абшары, узыходзіць да пытанняў пра спецыфіку заходняй і ўсходняй культур, пра сутнасць і характар гістарычнага развіцця чалавецтва ўвогуле, пра прычыны яго нераўнамернасці – пытанняў, якія патрабуюць і заслугоўваюць спецыяльнага аналізу, што выходзіць за межы задач дадзенага вучэбна-метадычнага дапаможніка.

Такім чынам, на працягу сваёй гісторыі чалавецтва імкнулася спасцігнуць сутнасць прыродных з'яў і працэсаў. У эпоху элінізму, у Сярэднявеччы – у асяродку ісламскай цывілізацыі – спасціжэнне прыроды набліжалася да навуковага ўзроўню ў сучасным яго разуменні. Аднак адпаведным інтэлектуальным намаганням – дастаткова паспяховым і плённым – не хапала трывалага сацыяльнага падмурку, глыбокай грамадскай зацікаўленасці ў няспынным разгортванні даследаванняў, скіраваных на адкрыццё законаў, якім падпарадкоўваюцца прыродныя феномены. Такі падмурак утварыўся толькі ў Новы час, ва ўмовах дынамічнага заходняга грамадства, у якім на перэдні план выходзіць прагматычная і дзейная асоба. У гэтых умовах і адбылося нараджэнне навукі сучаснага тыпу – у выніку складаных духоўных працэсаў, сярод якіх істотнае значэнне мела плённае ўзаемадзеянне розных пазнавальных праектаў і падыходаў, сінтэзаваных у даследчай дзейнасці Ньютана. Вынікі гэтай дзейнасці выступаюць як найяскравейшае сведчанне згаданага нараджэння.

### Пытанні і заданні

1. Якое значэнне мела (і мае) для развіцця навукі міфалагічна-касмаганічная карціна свету?

2. Правядзіце параўнальны аналіз розных этапаў гістарычнага станаўлення навукі сучаснага тыпу з пункту гледжання тых мэт, якімі вызначаўся характэрны для іх навуковы пошук.

3. Сучасны французскі філосаф Д. Лекур лічыць выраз “закон прыроды” няўдалым і неадэкватным сутнасці навуковага пазнання. У ім захоўваюцца тэалагічныя канатацыі, бо ён з неабходнасцю вядзе да ўяўлення пра заканадаўца [26, с.592–595]. Наколькі ўдалым бачыцца гэты тэрмін вам? Калі ён падаецца вам цалкам прымальным, то як адказалі б вы на пытанне пра тое, хто ў такім выпадку з’яўляецца заканадаўцам?

4. Як бы вы адказалі на пытанне пра прычыны таго факта, што навука сучаснага тыпу паўстала менавіта на заходнім культурным абшары?

### **2.3. Гістарычнае станаўленне фізікі і касмалогіі сучаснага тыпу**

Як адзначалася вышэй (2.2), першыя крокі ў пазнанні фізічнага Сусвету былі зроблены чалавецтвам у працэсе практычнага яго засваення. Патрэбы вытворчай практыкі стымулявалі першапачатковыя рацыянальныя пошукі, скіраваныя на выяўленне істотных у тым ці іншым кантэксце характарыстык прыродных з’яў і працэсаў. Так, “сувязь размяшчэння сузор’яў з зямным метэаралагічным цыклам выклікала ў эканамічна развітых народаў неабходнасць сістэматызаваць іх назіранні за рухам нябесных аб’ектаў у надзейных календарых і стымулявала развіццё сістэм лічэння ў розных частках зямнога шара” [34, т.3, с.713].

У папярэднім параграфі ўказвалася таксама і на тое, што ўсеагульны метатэарэтычны каркас першапачатковых навуковых пошукаў утваралі не навуковая карціна свету і не навуковая метадалогія, а міфалагічныя і магічныя ўяўленні. У сувязі з гэтым разнастайныя фізічныя працэсы і з’явы – ад узнікнення Сусвету да атмасферных ападкаў – тлумачыліся воляй і ўчынкамі звышнатуральных істот.

*На рацыянальную аснову фізічныя даследаванні былі пастаўлены ў рамках антычнай дасакратычнай натурфіласофіі. Пачынальнікам новага спосабу тэарэтычнага засваення фізічнага Сусвету, як і першым прадстаўніком згаданай вышэй (2.2) Мілецкай школы, з’яўляецца Фалес (каля 624 – каля 546 г. да н.э.). Пра яго жыццё вядома няшмат, пра яго погляды гісторыкі філасофіі і навукі могуць меркаваць толькі на аснове нешматлікіх сведчанняў іншых антычных аўтараў, найперш Арысто-*

целя. Паводле гэтых сведчанняў яго вучэнне грунтавалася на прызнанні *вады першапачаткам усяго існага і прынцыпам тлумачэння фізічных з'яў* (землятрус, напрыклад, тлумачыўся менавіта рухам вады, на якой трымаецца Зямля, а не воляй Пасейдона). Прыняцце адзінай іманентнай свету першаасновы (калі яна нават у канчатковым выніку і абагаўлялася Фалесам) павінна разглядацца як радыкальная і надзвычай перспектыўная навацыя: была вырацавана аснова для тлумачэння прыродных феноменаў, прынцыпова адрознага ад міфалагічных падыходаў, бо ў яго рамках не было ўжо патрэбы ў спасылках на ўчынкi антрапаморфных багоў. Ініцыяваны такім чынам спосаб вывучэння прыроды заканамерна ўключаў у якасці сваёй інтэгральнай часткі ўласна навуковыя даследаванні. Антычная традыцыя падае Фалеса як вялікага матэматыка і астранома, мяркуючы па ўсім, нярэдка перабольшваючы яго дасягненні на адпаведных пазнавальных кірунках (калі ён, напрыклад, і прадказаў сонечнае зацменне 28 мая 585 г. да н.э., дык гэта была хутчэй за ўсё толькі выпадковая ўдача [43, с.22]). Такім чынам, Фалес стаіць ля вытокаў той інтэлектуальнай традыцыі, якая можа разглядацца як папярэдніца сучаснай навукі.

Працяг яе – і працяг надзвычай паслядоўны і плённы – звязаны з творчасцю Анаксімандра (каля 610 – каля 546 г. да н.э.). Пра вынікі яго даследаванняў вядома значна больш, чым пра тэорыі Фалеса, хоць з напісанага ім захаваўся ўсяго адзін фрагмент (на жаль, толькі фрагмент выказвання). У пошуках першапачатку ўсяго існага Анаксімандр прыйшоў да высновы, што ён не можа быць пэўным элементам – вадой, напрыклад, – бо ў сваёй перавазе ён знішчыў бы астатнія стыхіі. Таму за першааснову ў яго натурфіласофскай канцэпцыі прымаецца *апейрон*, бясконцы і няпэўны пачатак. Універсум узнік праз вылучэнне з апейрону пэўнага зародка (ці, магчыма, зародкаў, з якіх утварылася шмат універсумаў). Анаксімандр апісаў дадзены працэс у прыродазнаўчых тэрмінах, распрацаваўшы, такім чынам, касмаганічную гіпотэзу, альтэрнатыўную міфалагічным уяўленням. Вылучаны з апейрону зародак падзяліўся на гарачую і халодную часткі. Дынамічная гарачая частка імкнулася да перыферыі і ўтварыла, такім чынам, вогненны шар, акружаны халодна-вільготным элементам. У выніку іх узаемадзеяння ўзніклі Зямля і зоркі, якія паўсталі з першапачатко-

вага вогненнага шара, разбітага на часткі імклівымі паветранымі масамі.

Утвораны такім чынам космас Анаксімандр таксама апісвае ў рамках паслядоўна рацыянальнай тэарэтычнай схемы. Зямля, якая мае форму ўсечанага цыліндра, знаходзіцца ў цэнтры Сусвету. Вакол яе рухаюцца па арбітах, што маюць форму акружнасці, зоркі, змушаныя да гэтага касмічным ветрам, выкліканым спароджанай сонечным цяплом вадзяной парай. Адлегласці ад Зямлі да кожнай з акружнасцей, утвораных нябеснымі аб'ектамі, аднолькавыя, яны аднолькавыя ва ўсе бакі, таму яна застаецца нерухомай і не мае таксама ніякай патрэбы ў знешняй апоры. Анаксімандр быў перакананы таксама, што Сусвет упарадкаваны і ў матэматычным плане, што ў ім пануюць строгія колькасныя суадносіны, якія ён імкнуўся вызначыць. Хоць пры гэтым атрымаліся забавуныя з сучаснага пункту гледжання вынікі<sup>23</sup>, сама ідэя матэматычнага падыходу да апісання фізічнага Сусвету ацэньваецца ў філасофскай і гістарычнай літаратуры надзвычай высока, як і ўся даследчая дзейнасць Анаксімандра.

Ідэнтычны дзвюм папярэднім канцэпцыям характар маюць і тэарэтычныя пабудовы трэцяга прадстаўніка Мілецкай школы Анаксімена (каля 588 – каля 525 г. да н.э.). Першаасновай усяго існага ён лічыў *паветра*, праз рух якога ўтвараецца сусвет, а праз згушчэнне і разрэджанне – іншыя наяўныя ў ім стыхіі. Як і ў папярэднікаў, пошукі іманентнага першапачатку рэчаіснасці суправаджаюцца ў Анаксімена інтэнсіўнымі прыродазнаўчымі даследаваннямі (астранамічнымі, метэаралагічнымі і інш.).

Філасофія дасакратыкаў, як і антычная філасофія ўвогуле, можа разглядацца як своеасаблівая творчая лабараторыя, у якой былі адпрацаваны самыя розныя мадэлі і падыходы да вывучэння фізічнага Сусвету, важныя для будучага развіцця навукі і запатрабаваныя ў ім. Так, перакананне піфагарэйцаў, што існасць усяго рэчаіснага складаюць лікі і, значыць, што апошняе, найглыбейшае тлумачэнне (фізічнай) рэчаіснасці дае

---

<sup>23</sup> Сонца, на думку Анаксімандра, – найдалейшы ад Зямлі касмічны аб'ект, адлегласць паміж імі ў 27 разоў большая, чым яе памеры (хутчэй за ўсё дыяметр асновы). Найбліжэйшымі да нас нябеснымі цэламі з'яўляюцца зоркі, і адлегласць да іх большая за зямныя памеры ў 9 разоў. Паміж Сонцам і зоркамі знаходзіцца Месяц. Ён роўнаадалены ад сваіх "суседзяў". Адлегласць ад яго да Зямлі, такім чынам, большая за памеры апошняй у 18 разоў.

матэматыка, заўжды знаходзіла водгук “у сучаснай фізіцы і асабліва ў развіцці рацыянальнай механікі” [33, с.5]. Супрацьстаянне *статычнай і дынамічнай* мадэляў рэчаіснасці, распрацаванае адпаведна элеатамі<sup>24</sup> і Гераклітам (каля 540 – каля 480 г. да н. э.), мае істотнае значэнне для сучаснасці, бо “абодва моманты, зменлівасць і нязменнасць, яшчэ і сёння ўтвараюць аснову прыродазнаўчага спасціжэння матэрыі” [46, т.1, с.607]. Так, без моманту зменлівасці было б немагчымым правядзенне эксперыменту, а момант нязменнасці дазваляе фармуляваць законы, у якіх падсумоўваюцца вынікі эксперыментальных даследаванняў [46, т.1, с.607–608]. Акрамя таго, супрацьстаянне дынамічнай і статычнай мадэляў Сусвету выявілася як у найвышэйшай ступені актуальнае ў кантэксце распрацоўкі сучаснай касмалогіі (дастаткова ўзгадаць, якое месца яно займала ў касмалагічных пошуках А.Эйнштэйна [18, с.78]).

Спроба пасярэднічаць паміж элеатамі і Гераклітам, прадпрынятая пачынальнікамі атамістычнага вучэння, прывяла да новай калізіі, да сутыкнення заснаванага на прынцыпе *дыскрэтнасці* апісання фізічнай рэальнасці і яе разгляду згодна з ідэяй абсалютнай *гамагеннасці, непадзельнасці, бесперапыннасці*. Як вядома, падобнай калізіі было накіравана выканаць выдатную ролю ў працэсе распрацоўкі квантавай механікі, у даследаваннях фізікаў, якія ў ім удзельнічалі. Яскравы прыклад таму – пошукі Э. Шродзінгера, вынікі даследаванняў якога могуць быць абагульнены ахарактарызаваны як пэўны адказ на пытанне пра суадносіны кантынуума (бесперапынных уласцівасцей рэчаіснасці) і дыскантынуума (уласцівасцей дыскрэтных) [22, с.1109].

Ідэя *гамагеннасці і бесперапыннасці* Сусвету распрацоўвалася элеатамі. Згодна з уяўленнямі Парменіда (каля 540–480 г. да н.э.), найважнейшага прадстаўніка гэтай школы, рэчаіснасць у сапраўднасці з’яўляецца нязменнай і недыферэнцаванай сферай. Узнікненне і разбурэнне, механічны рух, асіметрыя і наяўнасць складаных структур разглядаюцца ім як ілюзіі, неабходным чынам звязаныя з пачуццёвым вопытам, адзначаным пячаткай слабасці і недастатковасці, адсунутым на другі план усёмагутным розумам. Дадзенае вучэнне выглядае правакацыйным, і, магчыма, менавіта таму яно моцна паўплывала на

---

<sup>24</sup> Прадстаўнікі філасофскай школы, названай так паводле горада (Элея) на поўдні Апенінскага паўвострава, які быў цэнтрам іх інтэлектуальнай дзейнасці.

далейшае разгортванне антычнай філасофскай думкі, у тым ліку і яе натурфіласофскага кірунку.

Прынцып дыскрэтнасці ў апісанні фізічнай рэальнасці быў прапанаваны ў рамках *атамістычнай традыцыі*, ля вытокаў якой стаяць Леўкіп (V ст. да н. э.) і Дэмакрыт (470–360 г. да н.э.)<sup>25</sup>. Дадзенай традыцыі належыць асаблівае месца ў гісторыі філасофіі і навукі. Ідэя, паводле якой *усе рэчы складаюцца з нябачных непадзельных часцінак*, нешматлікімі характарыстыкамі якіх (формай, памерамі, рухомасцю, спосабам сувязі) тлумачацца ўласцівасці іх бачных кангламератаў, мае значны пазнавальны патэнцыял. Гэта выявілася ўжо ў першапачатковым натурфіласофскім атамістычным праекце, які мае дастаткова звязны, лагічны, паслядоўны характар. Праўда, не стэрыльна лагічны, як у элеатаў: атамісты дапусцілі існаванне пустой прасторы, якая разглядалася ў Антычнасці як умова магчымасці руху. Дапушчэнне, згодна з якім нішто існуе, дазваляла, такім чынам, уключыць у тэарэтычнае апісанне фізічнай рэальнасці момант зменлівасці і спасцігнуць рэальнасць у адзінстве рухомасці і стабільнасці. Уласцівасць яе стабільнасці ўвасаблялася ў вечных і нязменных атамах, безліч якіх рухаецца у бясконцай пустой прасторы. Рухам і ўзаемадзеяннем атамаў тлумачыліся ўсе фізічныя падзеі: узнікненне і разбурэнне шматлікіх універсумаў, а таксама разнастайныя працэсы, што ў іх адбываюцца. Атамісты прапанавалі, такім чынам, натурфіласофскую канцэпцыю, вытрыманую ў рэчышчы паслядоўнага *дэтэрмінізму*. Дэтэрміністычны падыход грунтуецца на ўяўленні пра абумоўленасць падзей, што адбываюцца ў рэчаіснасці, іншымі рэчаіснымі падзеямі. Ён мае каласальнае значэнне ў навуковым пазнанні, і таму правамерна весці гаворку пра вялікую гістарычную заслугу Леўкіпа і Дэмакрыта ў яго развіцці.

Строгі, механістычны атамізм Дэмакрыта не здолеў, аднак, перамагчы ў барацьбе ідэй, што адбывалася ў антычнай філасофскай культуры. Яго час яшчэ не прыйшоў, ён заставаўся надта далёкім ад вопыту і не існавала ніякай магчымасці здзейсніць яго эмпірычную праверку. Сярод прычын невялікай папулярнасці атамістычнага вучэння ў Антычнасці гісторыкі філасофіі асаблівае значэнне надаюць таксама адсутнасці ў ім

---

<sup>25</sup> Якую ролю пры гэтым кожны з іх выканаў, не зусім ясна. Магчыма, Леўкіп стварыў асновы тэорыі, а Дэмакрыт дэталёва і сістэматычна распрацаваў яе [72, с.179].

ідэі першапачатковага, грунтоўнага парадку. Дэмакрыт імкнуўся, праўда, знайсці колькаснае тлумачэнне для ўпарадкаванасці макраз’яў, але не на ўзроўні атамаў і іх руху, які ён пакідаў неўпарадкаваным [46, т.1, с.608]. Тым не менш атамізм не сышоў у нябыт, не знік з духоўнага жыцця Антычнасці: запачаткаваная Леўкіпам і Дэмакрытам традыцыя была падтрымана Эпікурам (341–271 гг. да н. э.) і Лукрэціем Карам (каля 96–55 г. да н.э.). Яна ўзаемадзейнічала з іншымі філасофскімі традыцыямі, уплывала на іх, зведваючы іх зваротны ўплыў. У філасофскіх пошуках Сярэднявечча, аднак, назіраюцца толькі ўскосныя яе праявы, якія тым не менш паспрыялі, як будзе падкрэслена ніжэй (2.4), звароту рэнэсансавай натурфіласофіі да пастаўленых атамістамі пытанняў і распрацаваных імі інтэлектуальных стратэгий іх рашэння.

Цалкам і поўнасю свой плённы характар атамізм прадэманстраваў толькі ў Новы час, з узнікненнем навукі сучаснага тыпу. Антычнасць і Сярэднявечча аддалі перавагу больш блізкаму да вопыту і адпаведнаму ўзроўню яго тагачаснага развіцця вучэнню, у якім артыкуляваліся якасныя адрозненні паміж рэчамі, – *вучэнню пра чатыры стыхіі*. Яно таксама ўзнікла са спробы прымірыць натурфіласофскія канцэпцыі элеатаў і Геракліта, прадпрынятай Эмпедоклам (каля 495 – каля 435 г. да н.э.), які даводзіў, што зямля, вада, паветра і агонь з’яўляюцца першаэлементамі ўсіх рэчаў. Ва ўзаемаадносінах паміж элементамі пануе “любоў” або “нянавісць”, чаргаваннем якіх абумоўлены цыклічныя змены глабальнага стану фізічнай рэальнасці, а таксама ўсе тыя працэсы, што ў ёй адбываюцца.

Ідэя чатырох першаэлементаў дамінавала ў заходняй філасофіі і навуцы да пачатку Новага часу. Яна была ўспрынятая найвялікшымі філосафамі Антычнасці – Платонам (427–347 гг. да н.э.) і Арыстоцелем (384–322 гг. да н.э.), якія пераасэнсавалі і значна ўзбагацілі яе. У Платона яна спалучаецца з вучэннем, якое можна ахарактарызаваць як матэматызаваны (геаметрызаваны) атамізм. Кожная са стыхій складаецца, на яго думку, з элементарных шматграннікаў пэўнага тыпу (вада з тэтраэдраў, зямля з кубаў, паветра з актаэдраў, агонь з ікасаэдраў). Аснову ўласцівага макрасвету парадку філосаф шукае, такім чынам, у матэматычнай, геаметрычнай упарадкаванасці мікраўзроўню фізічнай рэчаіснасці [46, т.1, с.608]. Дадзены аспект натурфі-

ласофскай канцэпцыі Платона, увогуле прызнанне ім наяўнасці матэматычнага парадку ў прыродзе звярнулі на сябе ўвагу філосафаў і гісторыкаў навукі. Яны падкрэсліваюць пры гэтым перспектывы і плённы (з пазіцый сучаснай матэматыкі і матэматычнай фізікі) характар такога погляду на рэчы [33, с.10].

Што да значэння платонаўскай філасофіі і касмалогіі ў цэлым для развіцця навукі, то яму даюцца досыць неадназначныя ацэнкі. У крытычных водгуках падкрэсліваецца, што, нягледзячы на станоўчую ролю ў гэтым плане згаданага матэматычнага аспекта натурфіласофіі Платона, у канчатковым выніку яе ўплыў на навуковае пазнанне меў хутчэй характар перашкоды, чым спрыяння [78, с.135]. Дадзеная выснова абгрунтоўваецца адсутнасцю ў яго астранамічных уяўленнях новых канцэптуальных падыходаў, новай тэорыі ўніверсуму [78, с. 134], а таксама тым, што Платон “ні на ёту не паспрыяў прагрэсу эксперыментальнай навукі; на самай справе ён зняважліва ставіўся да яе” [78, с. 135]. Ацэнкі захопленага платонаўскай філасофіяй В.Гейзенберга маюць, натуральна, супрацьлеглы характар. Выдатны фізік адводзіў ёй найважнейшае месца ў сістэме філасофскіх асноў сучаснага прыродазнаўства. Грунтуючыся на платонаўскай тэорыі ідэй як першавобразаў пачуццёвых рэчаў, напрыклад, ён зазначыў, што элементарныя часціцы ўяўляюць сабой “правобразы, ідэі матэрыі”. І следам дадаў, пашырыўшы сферу ўжывання прынцыпаў згаданай тэорыі на біялогію: “Нуклеінавая кіслата – гэта ідэя жыцця” [44, с.326].

*Фізіцы і касмалогіі Арыстоцеля*, які быў вучнем Платона, належыць асаблівае месца ў антычнай інтэлектуальнай спадчыне: да эпохі Адраджэння ўвасобленая ў іх карціна свету дамінавала ў заходняй культуры і вызначала духоўныя пошукі, што вяліся ў яе абсягу. Грунтоўны, прынцыповы момант арыстоцелеўскай філасофіі ўвогуле і яе натурфіласофскага сегменту ў прыватнасці – гэта прызнанне ўнутранай прысутнасці існасці (формы) рэчы ў самой рэчы<sup>26</sup>. Кожны рэальны прадмет узнікае з матэрыі, калі яна атрымлівае пэўную форму, магчымасць якой яна ў сабе нясе.

<sup>26</sup> Дадзены момант істотна адрознівае пазіцыю Арыстоцеля ад філасофіі і касмалогіі Платона, які даводзіў пра трансцэндэнтны характар сутнасці рэчаў, што належыць да пачуццёвага свету. У сувязі з гэтым, аднак, неабходна адзначыць, што суадносіны іх поглядаў былі (і застаюцца) прадметам ажыўленай палемікі ў гістарычна-філасофскай літаратуры. У яе рамках нярэдка выказвалася меркаванне, што адрозненні паміж імі ў канчатковым выніку не такія сур’ёзныя, як падаецца на першы погляд [33, с. 8–9].

Пры гэтым патрэбна мець на ўвазе, што рэчаіснасць, на думку Арыстоцеля, мае іерархічнае ўладкаванне: пэўным чынам аформленыя ўтварэнні больш глыбокага ўзроўню з'яўляюцца матэрыяльнай асновай для прадметаў, што належаць да наступнай ступені дадзенай іерархіі. Найглыбейшы яе ўзровень утвараецца першаматэрыяй, якую ў сувязі з гэтым неабходна разглядаць як абсалютна неарганізаваную і бесструктурную. У якасці адпаведных формаў фігуруюць чатыры якасці: цёплае і халоднае, сырое і сухое. Праз спалучэнне першаматэрыі з гэтымі элементарнымі формамі паўстаюць чатыры стыхіі, якім Эмпедокл надаў статус першапачаткаў усяго існага. У выніку зямля ўтвараецца праз узаемадзеянне халоднага і сухога, вада – халоднага і сырога, паветра – гарачага і сырога, агонь – гарачага і сухога. Чатыры стыхіі з'яўляюцца матэрыяй для аднародных утварэнняў, кшталту золата: яны аднолькавыя ва ўсіх сваіх частках. Аднародныя ўтварэнні, у сваю чаргу, выступаюць як матэрыяльная аснова неаднародных, такіх, напрыклад, як органы жывых арганізмаў. І аднародныя, і неаднародныя ўтварэнні фігуруюць у якасці матэрыі для адушаўлёных жывых істот. На кожнай новай ступені да прадмета, што выконвае функцыі матэрыі, дадаецца новая форма.

Ідэя чатырох стыхій мае грунтоўнае значэнне ў арыстоцелеўскай механіцы<sup>27</sup>. Асаблівасці механічнага руху розных аб'ектаў вытлумачваліся ў ёй іх матэрыяльным складам, дамінаваннем у ім той ці іншай стыхіі. Надзвычай важным у гэтай сувязі з'яўляецца палажэнне пра якасную неаднароднасць прасторы: Арыстоцель лічыў, што для рознага тыпу аб'ектаў існуюць адпаведныя іх складу прывілеяваныя кірункі руху. Гэтыя кірункі вызначаюцца наяўнасцю ў прасторы натуральных месцаў для ўсіх рэчаў. Таму адпаведна скіраваны рух характарызуецца філосафам як натуральны (неабходна, аднак, мець на ўвазе, што гэта не адзіная яго разнавіднасць). Калі ў складзе рэчаў дамінуюць цяжкія стыхіі (зямля ці вада), то іх рух натуральным чынам скіраваны ўніз. Гэта выклікана тым, што натуральным месцам для аб'ектаў, у якіх пераважае зямны кампанент, з'яўляецца цэнтр Зямлі, а для рэчаў, што складаюць-

<sup>27</sup> Тэрмін “механіка” ўжываецца тут у сучасным сэнсе. У класічнай Антычнасці ён абазначаў уменне з дапамогай спецыяльных прыстасаванняў прывесці аб'ект у рух, які па сутнасці не стасуецца з яго прыродай. Выраб згаданых прыстасаванняў таксама разглядаўся як прыналежны да акрэсленай дадзеным тэрмінам сферы [46, т.5 с.951].

ца найперш з вады, – яе паверхня. Калі, наадварот, пераважным субстратам тых ці іншых рэчаў з’яўляюцца лёгкая стыхіі (паветра ці агонь), то яны натуральным чынам рухаюцца ўверх, бо іх натуральныя месцы размешчаны па-над Зямлёй.

Для таго каб пэўнае цела рухалася ў кірунку, адрозным ад натуральнага, на яго павінна ўздзейнічаць адпаведным чынам скіраваная сіла. Пры гэтым згаданай сіле патрэбна надаць велічыню, дастатковую для таго, каб пераадолець супраціўленне асяроддзя, у якім аб’ект знаходзіцца і прыводзіцца ў рух (згодна з яго характарам названы філосафам змушаным). Надзвычай важна, аднак, што, на думку Арыстоцеля, наяўнасць непасрэднага і бесперапыннага ўздзеяння на фізічны аб’ект з’яўляецца неабходнай умовай усякага яго руху, у тым ліку і натуральнага. Пытанне пра тое, што ўздзейнічае на пэўную стыхію ці на цела, у складзе якога яна дамінуе (у апошнім выпадку) выклікала ў філосафа вялікія цяжкасці. Сутнасць прапанаванага ім адказу – у пастуляванні іманентнай, адпачаткова ўласцівай кожнай стыхіі тэндэнцыі (ці мэты) рухацца да свайго натуральнага месца. Такім чынам, ён не знайшоў іншага выйсця ў дадзенай сітуацыі, як звярнуцца да тэлеалагічнага прынцыпу.

Тэрмін “тэлеалогія” (ад гр. *τέλος* – *мэта*) абазначае спосаб тэарэтычнага засваення рэчаіснасці, пры якім рэальныя з’явы і працэсы разглядаюцца з пункту гледжання ўласцівай ім мэты. Хоць ён быў уведзены ў XVIII ст. (нямецкім філосафам К. Вольфам (1679–1754)), па сутнасці адпаведны падыход быў распрацаваны ў першую чаргу Арыстоцелем. Сярэднявечная філасофія і навука не толькі ўспрыняла яго, але і надала яму ўніверсальнае значэнне, што зразумела, бо ён самым простым і натуральным чынам атрымлівае тэалагічную інтэрпрэтацыю. Але эмансіпацыя навукі ў Новы час стварыла ўмовы для іншых інтэрпрэтацыйных стратэгій. Мэта, што прыпісваецца прыродным рэчам, феноменам і працэсам, зусім не абавязкова павінна разглядацца як сапраўды прысутная ў іх. У такім выпадку тэлеалагічны прынцып набывае чыста эўрыстычны характар: у ім бачыцца спосаб стварэння тэарэтычных мадэляў рэчаісных працэсаў і не болей (падобную пазіцыю займаў І. Кант [46, т.10, с.971]).

З істотнымі цяжкасцямі Арыстоцель сутыкнуўся таксама ў працэсе аналізу свабоднага падзення і руху кінутага цела.

У першым выпадку ён меркаваў, што сілай, якая рухае аб'ект, з'яўляецца яго вага і што ў залежнасці ад яе розныя аб'екты падаюць хутчэй ці павольней. Пры гэтым ён фактычна не растлумачыў феномен паскарэння, уласцівы для дадзенай разнавіднасці руху<sup>28</sup>. Хуткасць падзення цела залежыць, як лічыў філосаф, таксама ад характарыстык асяроддзя, у якім працэс адбываецца і якое выконвае функцыю яго стрымання, прытарможвання. А вось у выпадку змушанага руху кінутага цела асяроддзю надавалася як функцыя яго стрымання, так і падтрымання (ніякім іншым чынам Стагірыт<sup>29</sup> не мог растлумачыць, чаму аб'ект працягвае рухацца пасля спынення непасрэднага ўздзеяння рукі таго, хто яго кінуў). Здзейснены Арыстоцелем аналіз дадзенай сітуацыі не пазбавіў яе ад налёту парадаксальнасці, на якую звярнулі ўвагу некаторыя з сярэднявечных даследчыкаў яго тэарэтычнай спадчыны.

Тое значэнне, што ў арыстоцелеўскай тэорыі механічнага руху надаецца асяроддзю, у якім ён адбываецца, робіць натуральным і зразумелым непрыняцце філосафам выказанай атамістамі тэзы пра пустую прастору. Ён перакананы, што пустата ні ў якім разе не з'яўляецца неабходнай умовай магчымасці перамяшчэння матэрыяльных аб'ектаў. З адпаведнага дапушчэння вынікаюць, на яго думку, істотныя супярэчнасці. Так, уздзеянне, якое мае пэўную велічыню, не зведваючы ніякага супраціўлення, выклікала б у рэшце рэшт бясконца вялікую хуткасць. Сярод непрымальных вынікаў згаданага дапушчэння Арыстоцель указаў і феномен інерцыі: рух у пустаце мусіў бы доўжыцца бясконца, бо ў такіх умовах няма нічога, што магло б спыніць яго. Такім чынам, філосаф наблізіўся да яснага і выразнага разумення прынцыпу, які належыць да найгрунтоўнейшых у механіцы сучаснага тыпу, надаўшы яму пры гэтым статус недарэчнасці!

Прааналізаваную вышэй тэорыю механічнага руху Арыстоцель разглядаў як значную толькі ў дачыненні да зямнога (падмесячнага) свету, зямных працэсаў і аб'ектаў. Ён лічыў, што надмесячны свет адрозніваецца ад зямнога ва ўсіх адно-

---

<sup>28</sup> Яго тлумачэнне дадзенай з'явы, згодна з якім аб'екты падчас падзення, набліжаючыся да свайго натуральнага месца, "адчуваюць усё большую радасць і таму паскараюцца", выклікала здзеклівую заўвагу С. Хокінга і Л. Млодінава, што яно сёння падаецца больш прыдатным для апісання "паводзін пэўных людзей, чым неадушаўлёных прадметаў" [43, с.28].

<sup>29</sup> Арыстоцель нарадзіўся ў горадзе Стагіра, таму яго нярэдка завуць Стагірытам.

сінах: матэрыяльным субстратам і спосабам існавання адпаведных аб'ектаў, ступенню ўпарадкавання, характарам руху і фактараў, што яго спараджаюць. Дадзеная акалічнасць дае падставы для высновы пра непаслядоўнасць яго спроб пераадолець дуалізм платонаўскага мыслення, які быў прадметам яго вострай крытыкі. Такая выснова выглядае тым больш апраўданай, калі ўлічыць, што ролю першарухавіка Сусвету ў арыстоцелеўскай касмалогіі выконвае Бог, які знаходзіцца па-за яго межамі, сам застаецца нерухомым і непасрэдна не ўмешваецца ў падзеі, што адбываюцца ў ім.

*Космас Арыстоцеля* – гэта сістэма гемацэнтрычных цвёрдых сфер, да якіх прымацаваны нябесныя аб'екты. Дадзеная ідэя належала не яму, ён успрыняў яе ад Эўдокса з Кніда (каля 390 – каля 340 г. да н.э.) і Каліпа з Кізіка (каля 370 – каля 300 г. да н.э.). Стагірыт не толькі развіў і ўдасканаліў прапанаваныя ім матэматычныя планетарныя мадэлі, якія на ёй грунтаваліся. Ён змяніў іх характар, стварыўшы на іх аснове касмалагічную мадэль, што мела на мэце фізічнае тлумачэнне рэальнага руху касмічных аб'ектаў. Як і большасць іншых антычных філосафаў і астраномаў, Арыстоцель аддаваў перавагу геацэнтрызму. Ён глыбока вывучаў, аднак, і прапанаваную піфагарэйцам Філалаем (каля 470 – каля 385 г. да н.э.) ідэю рухомай Зямлі: Зямля, як і іншыя касмічныя аб'екты, рухаецца вакол гіпатэтычнага цэнтральнага агню. Дадзеная ідэя не задаволіла яго, ён прыйшоў да высновы, што і з фізічнымі прынцыпамі, і з назіраннямі найлепш стасуецца *геацэнтрычная касмалагічная мадэль*. Такім чынам, у цэнтры сферычнага арыстоцелеўскага Сусвету месціцца нерухомая сферычная Зямля<sup>30</sup>.

Арыстоцель прыняў таксама адзначанае вышэй як набытак антычнай культуры ўяўленне, згодна з якім космас – гэта гарманічнае, упарадкаванае ўтварэнне. У яго, як і ў Платона, космас жывы, дасканалы, добры і Боскі, хоць і не створаны Богам. Ён вечны, і Бог толькі ўпарадкаваў яго ў найвышэйшай ступені вытанчаным спосабам [46, т.4, с.1170–1171]. Пры гэтым нельга пакінуць па-за ўвагай адзначаную вышэй акалічнасць: дасканаласць касмічнага выступае ў Арыстоцеля як

---

<sup>30</sup> Уяўленне пра сферычную форму Зямлі не было новым для антычнай філасофіі і навукі: існуе меркаванне, што яно ўзыходзіць да піфагарэйскага вучэння. Пры гэтым адзначаецца, што Піфагор прыняў яго на падставе пераканання ў геаметрычнай дасканаласці сферычных утварэнняў [26, с.480].

татальная антытэза неўпарадкаванасці зямнога. Па-першае, утвораныя з вытанчанага, непадуладнага псаванню рэчыва (эфіру) касмічныя аб'екты вечна застаюцца нязменнымі, у той час як зямным рэчам, субстратам якіх з'яўляюцца чатыры вядомыя стихіі, наканавана ўзнікнуць і сыйсці ў нябыт. Па-другое, калі для касмічнага руху (ён таксама разглядаецца Арыстоцелем як натуральны) характэрны дасканалыя арбіты ў выглядзе акружнасці, то ў падмесячным свеце дамінуюць прамалінейныя, абмежаваныя ў прасторы і часе перамяшчэнні ў супрацьлеглых кірунках. Па-трэцяе, сілы, што змушаюць рухацца касмічныя аб'екты, маюць найперш духоўную прыроду, а ў падмесячным свеце яны маюць разнастайны характар, і толькі ў жывых істот адпаведную ролю выконвае душа.

Неабходна адзначыць, што вечны Сусвет Арыстоцеля не з'яўляецца бясконцым з пункту гледжання прасторы. Ідэя бясконцага ўніверсуму (як і ідэя касмічнай множнасці, варыятыўнасці – і ў прасторы, і ў часе) падавалася яму незразумелай, і таму ён адхіляў яе. За апошняй нябеснай сферай няма ні рэчаў, ні прасторы; там знаходзіцца Бог.

Як было падкрэслена вышэй, фізіка і касмалогія Арыстоцеля на працягу наступных ледзь не дзвюх тысяч гадоў дамінавалі ў заходняй навуцы<sup>31</sup>. Разам з імі дамінавалі і зрэалізаваныя ў іх праграмныя, метадалагічныя арыенціры: прыярытэт пытання “чаму?” і другасная роля пытання “як?” у навуковых даследаваннях рэчаіснасці; іх скіраванасць на выяўленне якасных адрозненняў паміж рэчамі як асновы для тлумачэння іх паводзін. У сучаснай навуцы, як будзе паказана ніжэй, даследчыя стратэгіі маюць супрацьлеглы характар. І, магчыма, менавіта таму яе прадстаўнікі нярэдка бачылі і бачаць арыстоцелеўскую фізіку ў негатыўным святле. С. Хокінг і Л. Млодзінаў, напрыклад, абвінавачваюць філосафа ў прыхоўванні нязручных для яго фактаў, у тым, што ён засяроджваўся на прычынах падзей, а іх дакладнаму апісання надаваў адносна невялікую ўвагу [43, с.27]. Падсумоўваючы свой разгляд арыстоцелеўскай фізікі, яны падкрэсліваюць таксама, што нярэдка яна была не надта здольнай рабіць абгрунтаваныя навуковыя прадказанні [43, с.28].

---

<sup>31</sup> Дадзенае зусім не азначае, што яны ў гэты час успрымаліся некрытычна.

Разам з тым фізічныя і касмалагічныя тэорыі Арыстоцеля атрымліваюць у шмат якіх з прысвечаных ім філасофскіх і гістарычных прац высокую (нават вельмі высокую) ацэнку [78, с.146]. Сапраўды, геніяльнай вынаходлівасці Стагірыта ў тлумачэнні фізічнага ўніверсуму варта аддаць належнае, як варта пагадзіцца і з тым, што распрацаваная ім карціна свету не адпавядала практычным патрэбам і запытам сучаснага яму грамадства, а таксама руціннай практыцы антычных астраномаў.

Задача дастасавання геацэнтрычнай мадэлі Сусвету да патрабаванняў практыкі была вырашана прадстаўнікамі вытанчанай, высокаматэматызаванай александрыйскай навукі<sup>32</sup>, і ў першую чаргу Клаўдзіем Пталемеем (каля 87 – каля 165). Абапіраючыся на знаходкі сваіх папярэднікаў, ён стварыў “сапраўдны шэдэўр матэматычнага мастацтва” [78, с.177]. Яго варыянт геацэнтрычнай мадэлі, які геаметрычнай мовай апісваў рух касмічных аб’ектаў, дазваляў рабіць астранамічныя прадказанні і служыў эфектыўным сродкам для рашэння канкрэтных практычных задач. Пры гэтым – дзякуючы вытанчанаму геаметрычнаму інструментарыю, дзякуючы ўвядзенню фіктыўных цэнтраў вярчэння касмічных сфер – у ім захоўваліся грунтоўныя ўяўленні антычнай карціны свету, уяўленні пра нязменны, раўнамерны рух нябесных цел і пра яго дасканалыя цыркулярныя траекторыі.

Нельга не адзначыць, што ў рамках эліністычнай навукі была прапанавана і альтэрнатыўная геацэнтрычнай *геліяцэнтрычная касмалагічная мадэль*. Заслуга яе распрацоўкі належыць Арыстарху з Самаса (каля 310 – каля 230 г. да н.э.). Арыстарх імкнуўся вызначыць памеры Сонца і Месяца, а таксама адлегласці ад іх да Зямлі. Хоць вынікі, атрыманыя ім, былі далёкія ад дакладных, ён выявіў тым не менш, што Сонца мае большыя памеры, чым Зямля. Адсюль ён зрабіў выснову пра рух Зямлі вакол Сонца і пра яго цэнтральнае становішча ў Сусвеце. Сапраўды, хіба не лагічна, што меншы аб’ект рухаецца вакол большага і таму павінен саступіць яму статус касміч-

---

<sup>32</sup>У папярэднім параграфі падкрэсліваўся высокі ўзровень развіцця александрыйскай навукі, як і яе блізкасць да сучаснага прыродазнаўства. Вышэй было адзначана таксама, што некаторыя з яе тэарэтычных дасягненняў у галіне фізікі былі ўключаны ў склад новай сістэмы ведаў.

нага цэнтра? Арыстарх даводзіў таксама, што Зямля рухаецца не толькі вакол Сонца, але і вакол сваёй восі<sup>33</sup>.

Прапанаваная Арыстархам геліяцэнтрычная мадэль Сусвету не здолела перамагчы ў спаборніцтве з прынцыпам геацэнтрызму. Яна сутыкнулася з прэрэчаннямі і навуковага, і пазанавуковага характару. У навуковым плане яе абвінавачвалі ў неадпаведнасці назіранням: рух Зямлі вакол Сонца мусіў выклікаць у дачыненні да яе невялікае зрушэнне становішча нерухомах зорак. Дадзены эфект, аднак, не назіраўся (што Арыстарх справядліва тлумачыў вялікай іх аддаленасцю ад нашай планеты). Пазанавуковыя падставы непрыняцця геліяцэнтрычнага прынцыпу ў антычным свеце былі звязаны, па-першае, з укаранёнымі ў геацэнтрызме стэрэатыпамі паўсядзённага вопыту, а па-другое, з геацэнтрычным светабачаннем цесна звязана ўяўленне пра цэнтральнае становішча ў Сусвеце назіральніка, які знаходзіцца на Зямлі, гэта значыць чалавека і чалавецтва. Свет выбудоўваецца вакол яго, і гэта істотным чынам сілкуе яго веру і надзею, што ўсё адбываецца дзеля яго. Жыць у такім Сусвеце значна больш утульна ў псіхалагічных адносінах (хоць зусім не абавязкова, каб дадзенае адчуванне ўсведамлялася ў выразнай форме). Геліяцэнтрызм нясе ў сабе істотныя праблемныя патэнцыялы ў гэтым плане, і ў эпоху Антычнасці (як і Сярэднявечча) чалавецтва, магчыма, было яшчэ не ў стане справіцца з адпаведнымі праблемамі. Патрэбнае, геліяцэнтрычная мадэль разыходзілася з рэлігійнымі ўяўленнямі грэкаў, у сувязі з чым сучаснікі Арыстарха абвінавачвалі яго ў блюзнерстве [58, с.97]. Дадзеныя абвінавачванні, аднак, не пацягнулі за сабой яго пераследу і трагічных наступстваў, як неаднаразова здаралася ў выпадку падобных калізій [26, с.480]. Са смерцю Арыстарха прапанаваная ім тэорыя знікла з культурнага жыцця і была надоўга забытая.

З папярэдняга разгляду вынікае, што распрацаваны Пталемеем матэматычны варыянт геацэнтрычнай мадэлі ні ў якім разе не можа разглядацца як арганічнае дапаўненне да арыстоцелеўскай касмалагічнай канцэпцыі. Падстава для іх калізій і канфліктаў навідавоку: калі Пталемей для апісання і прадказання паводзін касмічных аб'ектаў звяртаецца да геаметрыч-

---

<sup>33</sup> Ідэя вярчэння Зямлі вакол сваёй восі была прапанавана ў антычнай навуцы да Арыстарха. Упершыню яе выказаў хутчэй за ўсё Гераклід Пантыйскі (каля 390 – пасля 322 г. да н.э.) [78, с.170].

ных фікцый, дык Арыстоцель імкнецца стварыць строга рэалістычны касмалагічны праект, скіраваны на кагерэнтнае (звязнае) фізічнае тлумачэнне Сусвету. Такім чынам, у іх тэарэтычных пабудовах увасабляюцца два прынцыпова розныя тыпы спасціжэння прыроды: блізкі да сучаснага прыродазнаўства дэскрыптыўна-матэматызаваны і засяроджаны на выяўленні якасных адрозненняў паміж рэчамі, а таксама іх глыбокіх, істотных прычын натурфіласофскі.

Сярэднявечча мусіла цяпець гэты ўнутраны канфлікт. Сапраўды, з аднаго боку, сярэднявечная астраномія зыходзіла з матэматычна дакладных планетных мадэляў і ўвесь час паляпшала вынікі назіранняў і вымярэнняў, а з іншага – арыентавалася на прынцыпы арыстоцэлеўскай касмалогіі [46, т.7, с.939]. Хоць згаданы канфлікт быў канчаткова вырашаны толькі ў пачатку Новага часу, сярэднявечную эпоху ні ў якім разе нельга разглядаць як бясплённую для фізікі і для навукі ўвогуле. Як указвалася ў папярэднім параграфі, у гэты час рабіліся спробы абгрунтавання навуковай метадалогіі, якія сведчаць пра ўсведамленне філосафамі і навукоўцамі неабходнасці матэматычнага і эксперыментальнага даследавання прыроды.

Надзвычай важна таксама, што прыкладаліся значныя намаганні, скіраваныя на здзяйсненне згаданай метадалогіі ў навуковых пошуках. У асаблівай ступені гэта мае моц у дачыненні да сярэднявечнай ісламскай фізікі і астраноміі. У гэтым плане неабходна адзначыць найперш прысвечаныя праблемам опыкі даследаванні Ібн ал-Хайсама (965–1039), працы якога былі “апагеем арабскай фізічнай навукі” [78, с.321]. Ібн ал-Хайсам грунтаваўся ў сваіх пошуках на эксперыментах і імкнуўся да матэматычнай апрацоўкі іх вынікаў. Яго высновы адносна пераламлення святла<sup>34</sup> і сфармуляваныя ім законы гэтай з’явы выкарыстоўваліся заходнімі навукоўцамі нават падчас навуковай рэвалюцыі ў пачатку Новага часу [78, с.321].

Істотнае значэнне для будучага радыкальнага пераасэнсавання і пераадолення арыстоцэлеўскай механікі ў рамках сучаснай навукі мелі працы арабскіх і еўрапейскіх каментатараў навуковай спадчыны Стагірыта. Дзякуючы ім надзвычай выразна выявіліся слабыя месцы распрацаванай Арыстоцелем

---

<sup>34</sup> Ён указваў, што дадзены феномен абумоўліваецца рознай хуткасцю прамяняў святла (гэты тэрмін, зрэшты, быў уведзены менавіта ім) у розных матэрыялах [78, с.321].

тэорыі механічнага руху, што паспрыяла грунтоўным пошукам альтэрнатыўных рашэнняў, якія вяліся прадстаўнікамі Парыжскай школы, і найперш Ж. Бурыданам. Гаворка ідзе пра тую частку згаданай тэорыі, дзе разглядаўся змушаны рух. У выніку сваіх даследаванняў Ж.Бурыдан прыйшоў да адназначнай высновы пра памылковасць адпаведных арыстоцэлеўскіх уяўленняў, і ў першую чаргу найбольш прынцыповага з іх – пра перманентнае дзеянне сілы на рэч, якая рухаецца, падчас яе руху. На думку навукоўца<sup>35</sup>, тое, што змушае прадмет да перамяшчэння ў пэўным кірунку, надае яму здольнасць падтрымліваць дадзенае перамяшчэнне без непасрэднага далейшага ўздзеяння, пакуль супраціўленне асяроддзя ці яго ўласны цяжар згаданую здольнасць не аслабляць да яе знікнення. Для абазначэння гэтай сілы Ж. Бурыдан выкарыстоўваў тэрмін “імпэтус”. Носьбітам беларускай мовы зразумела, пра што ідзе гаворка: у нашай мове ёсць адпаведнае яму слова “імпэт” (“парыў”). Увогуле, аднак, гэты інтэрнацыянальны тэрмін, які паходзіць з лаціны і які трывала замацаваўся ў літаратуры па гісторыі навукі, лепш не перакладаць.

Ж. Бурыдан спрабаваў у рамках прапанаванага ім падыходу пераасэнсаваць і феномен свабоднага падзення, і нават рух касмічных аб’ектаў. Гэта дазволіла яму адмовіцца ад уяўлення пра набліжэнне да мэты (натуральнага месца) як крыніцы паскарэння пры падзенні фізічных цел [26, с.502] і скарэкціраваць уяўленні пра прычыны касмічнага руху<sup>36</sup> [26, с.502; 78, с.369].

Такім чынам, Ж. Бурыдан наблізіўся да разумення і вызначэння характэрнага для сучаснай навукі паняцця інерцыі і ўвогуле да паслядоўнага разгляду фізічнага ўніверсуму на аснове прынцыпу яго ўнутранай прычыннасці. У гэтым плане наўрад ці слушным з’яўляецца меркаванне, нібыта бурыданаўскае паняцце імпэтусу мае ў канчатковым выніку анімістычны грунт і характар. На самай справе яно паўстала на падставе наміналістычнага прынцыпу парсімоніі (найпрасцейшага тлумачэння), распрацаванага У. Окамам (каля 1285–1349), які моцна паўплываў на Ж. Бурыдана [26, с.503].

---

<sup>35</sup> Падобныя ідэі былі выказаны ў VI ст. Янам Філапонам (каля 490 – каля 570), выбітным познеантычным філосафам і навукоўцам, прадстаўніком хрысціянскай традыцыі [46, т.7, с.938].

<sup>36</sup> Ідэя Бурыдана, паводле якой Бог надае планетам імпэтус, для аслаблення і знікнення якога няма ніякіх падстаў, досыць блізкая па сваім характары да дэістычных уяўленняў творцаў навукі сучаснага тыпу.

Паняцце імпэтусу не засталася эпізодам творчай біяграфіі знанага французскага наміналіста. Яму належала істотнае месца ў навуковых пошуках іншых сярэднявечных і рэнесансавых натурфілосафаў<sup>37</sup>. Яно было ўспрынята і ў шмат якіх адносінах пераасэнсавана вучнем Ж.Бурыдана Мікалаем Арэзмскім, які лічыў, што нададзены фізічнаму аб'екту імпэтус павінен слабець і знікаць сам па сабе, без уплыву асяроддзя, у якім яго перамяшчэнне адбываецца. Цалкам непрымальнай была для яго, аднак, ідэя распаўсюдзіць дадзенае паняцце на касмічны рух: шматвекавая догма пра прынцыповую рознасць зямнога і нябеснага свету заставалася для яго неадольнай. Гэта, безумоўна, зусім не азначае, што Мікалай Арэзмскі быў няздольны да ўспрымання і распрацоўкі неартадаксальных ідэй. Ён не выключаў, напрыклад, магчымасці існавання пазазямных цывілізацый (адпаведныя развагі, праўда, трэба было прыхоўваць і падаваць як чыста спекулятыўныя) [78, с.369]. І ў асаблівай ступені неабходна адзначыць яго заслугі ў плане матэматычнага разгляду механічнага руху. У гэтых адносінах яго працы належалі, безумоўна, будучыні і іх правамерна разглядаць у кантэксце выпявання перадумоў навукі сучаснага тыпу.

Як было падкрэслена ў папярэднім параграфі, працэс дадзенага выпявання паскорыўся і зрабіўся ў найвышэйшай ступені інтэнсіўным у эпоху Адраджэння. У сваю вырашальную стадыю ўступіла ў гэты час і падрыхтоўка кардынальных, рэвалюцыйных пераўтварэнняў у навуковым пазнанні фізічнага Сусвету. Найважнейшыя падзеі ў плане згаданай падрыхтоўкі адбыліся ў XVI ст. у галіне астраноміі і касмалогіі. Іх сутнасць можна азначыць як дэмантаж арыстоцэлеўска-пталемаеўскай мадэлі Сусвету.

Першы крок у дадзеным кірунку быў зроблены выбітным польскім астраномам Мікалаем Капернікам (1473–1543). М. Капернік імкнуўся пераадолець (на аснове *геліяцэнтрычнага прынцыпу*<sup>38</sup>) грунтоўную супярэчнасць антычна-сярэднявечнай касмалагічнай карціны свету, а таксама цяжкасці,

<sup>37</sup> Актыўна ўжываў дадзенае паняцце і Галілей, у якога яно не азначае прычыны руху ці інерцыі, а выступае як іх выяўленне [26, с.504]. Увогуле, правамерна весці гаворку пра тое, што ў гісторыі паняцця “імпэтус” адлюстроўваецца гісторыя ўзнікнення навукі сучаснага тыпу і яе першай формы, класічнай механікі.

<sup>38</sup> Калі разглядаць адпаведны стан рэчаў звышпедантычна (як гэта робяць некаторыя гісторыкі навукі), дык трэба ўказаць, што фармальна мадэль Каперніка мела не геліяцэнтрычны, а геліястатычны характар: нерухомае Сонца і цэнтр, вакол якога рухаецца Зямля, крыху не супадаюць [25, с.59].

выяўлення рэнесансавай астраноміяй XV ст. (Г. Поербах, 1423–1461; Ё.Мюлер (Рэгіямантанус), 1436–1476) у матэматычна-астранамічным яе сегменце. Дэталёвую матэматычную распрацоўку геліяцэнтрычная гіпотэза атрымала ў асноўным творы М. Каперніка “Пра арбіты планет”, які ўбачыў свет незадоўга да яго смерці ў 1543 г.

Той факт, што галоўная кніжка М.Каперніка была надрукавана ў канцы яго жыцця, хоць яе рукапіс быў у асноўным завершаны ў перыяд паміж 1529 і 1532 гг. [72, с.163], зусім не выпадковы. Справа ў тым, што ён ясна ўсведамляў гіпатэтычнасць сваёй мадэлі і недастатковасць сваіх аргументаў на карысць геліяцэнтрычнага прынцыпу. Так, ён не мог уцягнуць растлумачыць уяўную адсутнасць змяшчэння становішча нерухомых зорак адносна рухомай Зямлі. Арыстархава тлумачэнне, паводле якога згаданы паралакс не назіраецца праз іх каласальную аддаленасць, было для яго непрымальным (“ён не мог адказаць на пытанне, навошта Бог пакінуў такую бездань паміж планетамі і зоркамі” [78, с.444]). Такім чынам, Каперніка не задавальняла гіпатэтычнасць дасягнутых ім вынікаў, яго мэтай была распрацоўка тэорыі, якая тлумачыла б касмічныя рэаліі, працэсы, што адбываюцца ў самой касмічнай рэчаіснасці. Тым не менш пад уплывам сваіх сяброў (найперш Г. Рэтыкуса, прафесара матэматыкі ў Вітэмбергу) ён вырашыў усётакі надрукаваць сваю працу.

Згаданыя ваганні Каперніка могуць разглядацца як сведчанне яго нерашучасці і ў канчатковым выніку як аргумент супраць прызнання яго вялікім рэвалюцыянерам у навуцы. Той факт, што некаторыя гісторыкі навукі аспрэчваюць рэвалюцыйны характар яго тэорыі, згадваўся вышэй (2.2). У якасці прыкладу адпаведнай пазіцыі можна прывесці погляды Х. Флорыса Когена, які лічыць, што рэнесансавая навука ўвогуле была скіравана ў мінулае, маючы на мэце аднаўленне страчаных антычных ведаў. Усякая інавацыя была ў гэтых умовах не больш, чым міжвольным пабочным эфектам [58, с.63]. Тэорыя Каперніка разглядаецца ім як яскравае выяўленне дадзенай заканамернасці. Ён мяркуе, што галоўная праца Каперніка, як і яе рэцэпцыя ў другой палове XVI ст., не выходзіць за межы ўласцівай рэнесансавай эпосе схемы “аднаўленне-з-узбагачэннем” антычнай інтэлектуальнай спадчыны [58, с.76]. Х. Флорыс Коген падкрэслівае ўнутраную супярэчлівасць згаданай працы:

калі ў першай з шасці яе кніжак дэкларуецца рэалістычны касмалагічны прынцып, то ў астатніх, на яго думку, назіраецца магутны і вырашальны ўплыў Клаўдзія Пталемея [58, с.77].

У сувязі з тэзай пра супярэчлівасць найважнейшага твора Каперніка неабходна спыніцца і на прадмове да яго. У ёй даводзіцца, што геліяцэнтрычная мадэль павінна разглядацца як чыста матэматычная гіпотэза, якая не прэтэндуе на статус праўдзівай карціны рэальнасці. Наяўнасць такой прадмовы нярэдка тлумачылася жаданнем М. Каперніка прадухіліць магчымыя праблемы і складанасці ва ўзаемадачынненнях з царкоўнымі ўладамі. Магчыма, такое жаданне сапраўды было падставай (ці належала да падстаў) для яе напісання. Кіраваўся ім, аднак, не сам Капернік, а лютэранскі тэалаг А. Асіандэр, які быў яе аўтарам, хоць і не ўказаў гэтага, пакінуўшы свой “твор” ананімным. Справа ў тым, што ён, адгукнуўшыся на просьбу Г. Рэтыкуса, назіраў за тым, як друкавалася кніжка Каперніка, і вырашыў такім досыць нечаканым і неэтычным (нічога не паведаміўшы пра свой намер аўтару) чынам узяць у ім больш актыўны ўдзел [72, с.163].

Супраць тэзы пра рэвалюцыйны характар тэорыі Каперніка могуць быць прыведзены і іншыя аргументы. У якасці такога аргумента можа фігураваць, напрыклад, той момант, што ідэя геліяцэнтрызму не была на гэты час новай, што яна была выказана яшчэ ў Антычнасці Арыстархам з Самаса, ад якога Капернік яе і пераняў. Пры такім падыходзе, дарэчы, зварот Каперніка да гэтай ідэі ўпісваецца ў прапанаваную Х. Фларысам Когенам інтэрпрэтацыю рэнесансавай навукі ўвогуле і геліяцэнтрычнай каперніканскай тэорыі ў прыватнасці як рэстаўрацыйнай па сваёй існасці. На статус важнага аргумента ў кантэксце адмаўлення рэвалюцыйнай натуры дадзенай тэорыі можа прэтэндаваць таксама вядомы і бяспрэчны факт некрытычнага прыняцця знаным польскім астраномам пэўных дагматычных па сваёй сутнасці ўяўленняў антычна-сярэднявечнай касмалогіі. У першую чаргу гаворка павінна ісці ў дадзенай сувязі пра тое, што Капернік прытрымліваўся старой платанічнай догмы пра раўнамерны характар касмічнага руху і пра дасканалую – у форме акружнасці – яго траекторыю<sup>39</sup> [46,

---

<sup>39</sup>У гэтым факце бачыцца, як правіла, сведчанне ўплыву платанічнай філасофіі на даследаванні Каперніка, хоць мелі месца і спробы растлумачыць яго на аснове навуковых, фізічных поглядаў выбітнага польскага астранома [24, с.113].

т.7, с.939; 72, с.166]. Гэта, зрэшты, змусіла яго ўскладніць сваю мадэль, ужываючы, як даводзіў Х.Флорыс Коген, метады і сродкі, блізкія да пталемееўскіх.

Нельга не прызнаць, што згаданыя аргументы, як і скептычная пазіцыя ў дачыненні да ўзроўню рэвалюцыйнасці каперніканскай мадэлі ўвогуле, падаюцца досыць важкімі і слушнымі. Разам з тым, аднак, яны не з'яўляюцца бездакорнымі. Так, тэзе, згодна з якой геліяцэнтрычны прынцып не належаў Каперніку, прапаноўваўся яшчэ ў Антычнасці і не быў новым, можна супрацьпаставіць указанне на непараўнальна больш высокую, чым у Антычнасці, ступень навуковай, матэматычнай яго распрацоўкі вялікім польскім астраномам [72, с.165]. А што да некрытычнага прыняцця ім ідэі дасканаласці касмічнага руху (як вечнага, нязменнага, раўнамернага руху з траекторыяй у форме акружнасці), то аналагічны папрок можна зрабіць нават Г. Галілею [72, с.299], якому на гэтай падставе ніхто не адмаўляе ў праве лічыцца “бацькам сучаснай навукі”.

Незалежна ад таго, аднак, была каперніканская мадэль рэвалюцыйнай ці толькі перадрэвалюцыйнай, ёй належыць найістотнейшае месца ў падрыхтоўцы прыродазнаўства сучаснага тыпу. Дадзены факт прызнае, зрэшты, і Х. Флорыс Коген: ён прылічвае характэрны для яе “двухсэнсоўны рэалізм” да тых фактараў, што найбольш паўплывалі на светапоглядныя пошукі, а праз іх і на навуковыя даследаванні І. Кеплера і Г. Галілея [58, с.74]. Гэта азначае, аднак, што яна істотна паўплывала на разгортванне Вялікай навуковай рэвалюцыі: Кеплер і Галілей належаць да кола самых актыўных яе ўдзельнікаў.

Дзеля адэкватнай гістарычнай ацэнкі каперніканскай касмалагічнай мадэлі неабходна ўлічваць і засведчаны гісторыяй навукі яе каласальны рэвалюцыйны патэнцыял. Найперш ён выявіўся ў светапоглядным плане. Нездарма І. Кант убачыў у Каперніку пачынальніка новага навуковага светапогляду, засяроджанага на назіральніку [53, с.28]. Згодна з гэтым светапоглядам фізічная рэальнасць павінна разглядацца на грунце і з улікам становішча таго, хто яе назірае. Кант быў перакананы, што без дадзенага рэвалюцыйнага светапогляднага прарыву, здзейсненага вялікім польскім астраномам на ўзроўні гіпотэзы, грунтоўныя законы руху нябесных аб'ектаў ніколі не былі б адкрытыя і не паўстала б упэўненасць у іх сапраўднасці [53, с.28].

Разам з тым, пазбавіўшы Зямлю цэнтральнага статусу ў Сусвеце, зрабіўшы яе ў астранамічным плане звычайнай планетай, Капернік (як раней Арыстарх) праблематызаваў традыцыйныя погляды на месца, якое займае ў космасе чалавек. Сапраўды, цэнтральнае становішча Зямлі надта пасавала да ўяўлення пра чалавека як вянца тварэння. (У гэты час чалавецтва было значна больш, чым у Антычнасці, падрыхтавана прыняць ідэю, што фізічны цэнтр Сусвету не супадае з яго месцазнаходжаннем. Дзейсныя сродкі для пераадолення магчымага псіхалагічнага дыскамфорту ў дадзенай сітуацыі давала антрапацэнтрычная рэнесансавая філасофія.)

Як будзе паказана ніжэй, геліяцэнтрычная мадэль мела істотны рэвалюцыйны патэнцыял і ва ўласна навуковым плане. Надзвычай красамоўным у дадзенай сувязі з'яўляецца той факт, што найбольш творчыя і дынамічныя навукоўцы XVI–XVII стст. прынялі менавіта яе. Зрабіўшы гэта, яны адчулі патрэбу ў грунтоўным пераасэнсаванні ўяўленняў пра рух увогуле, усвядомілі неабходнасць стварэння новай механікі як навуковага падмурку для новай астраноміі.

Засведчаныя з'яўленнем геліяцэнтрычнай мадэлі прэтэнзіі навукі на светапоглядную самастойнасць праграмавалі магчымасць канфлікту з царкоўнымі інстытуцыямі. У пратэстанцкім асяродку вучэнне Каперніка было сустрэта холадна (акрамя Англіі, дзе яно не толькі было добра прынята, але і папулярызавалася) [78, с.447]. У раманскіх каталіцкіх краінах яно спачатку не напаткала пярэчанняў, забаронаў ці пераследу. Але пасля таго як Д. Бруна ўключыў геліяцэнтрычную мадэль у пантэістычны кантэкст сваёй філасофіі, зрабіўшы рашучы і важкі крок у напрамку выяўлення яе рэвалюцыйнага светапоглядага патэнцыялу, каталіцкае духавенства ўсвядоміла ўсю сур'ёзнасць сітуацыі. Прыхільнікі Каперніка былі абвінавачаны ў ерасі, а яго галоўны твор быў уключаны ў спіс забароненых кніжак, дзе ён знаходзіўся да 1822 г. [72, с.167].

Істотнае месца ў дэстабілізацыі і пераадоленні антычна-сярэднявечнай карціны свету належала таксама даследаванням выбітнага дацкага астранома Т.Браге (1546–1601). Ён не быў прыхільнікам каперніканскай гіпотэзы і прапанаваў сваю – *кампрамісную паміж геацэнтрычнай і геліяцэнтрычнай – мадэль Сусвету*. Цэнтральнае месца ў ёй займала нерухомая Зямля. Вакол яе мусілі рухацца Сонца і Месяц, а вакол Сонца, у сваю чаргу, астатнія планеты. У пратэстанцкіх краінах дадзе-

ная мадэль была пэўны час досыць папулярнай [78, с.447]. У пэўнай ступені і яна паспрыяла пераадоленню арыстоцэлеўска-пталемаеўскай канцэпцыі (праз рэлятывізацыю – хоць і не надта радыкальную – паняцця касмічнага цэнтра, напрыклад).

У першую чаргу, аднак, заслугі Т.Браге былі звязаны з яго назіраннямі. У гэтым плане яму заўжды аддаецца належнае: дасягнутыя ім вынікі значна пераўзыходзілі па сваёй дакладнасці набыткі іншых астраномаў – як яго папярэднікаў, так і сучаснікаў. Неабходна адзначыць, што некаторыя з яго адкрыццяў непасрэдна (і пераканаўча) разбівалі традыцыйныя ўяўленні. Так, у 1572 г. ён на працягу месяца назіраў новую зорку (навукоўцы мяркуюць, што гэта быў выбух звышновай, які адбыўся ў сузор’і Касіяпеі). Браге ўважліва правяраў свае вымярэнні, параўнаў іх з вынікамі назіранняў іншых астраномаў – усё сведчыла пра тое, што новы аб’ект належаў да надмесячнага свету [78, с.454]. Догме пра вечную нязменнасць космасу быў нанесены, такім чынам, смяротны ўдар. (Аналагічная падзея адбылася, зрэшты, і ў 1604 г., калі новую зорку – выбух звышновай – маглі назіраць Г. Галілей і І. Кеплер.)

Што згаданая догма неапраўданая і зусім не адпавядае рэчаіснасці, ізноў пацвердзілася ў 1577 г. Увага астраномаў была прыцягнута тады да каметы, што нагадала людзям пра сваё існаванне, з’явіўшыся на небе. Назіраючы за ёй, Браге зрабіў адназначную выснову, што яе рух адбываўся ў касмічнай прасторы. Такім чынам, высветлілася, што насуперак меркаванню Арыстоцеля, паводле якога каметы з’яўляюцца атмасфернымі з’явамі, яны не належаць да падмесячнага свету, а выступаюць як касмічныя аб’екты. Больш за тое, назіранні Т. Браге пераканаўча сведчылі пра тое, што траекторыя руху гэтых аб’ектаў праходзіць найпрост праз цвёрдыя нябесныя сферы. Дадзеная вытанчаная інтэлектуальная вынаходка грэкаў таксама пазбаўлялася права на існаванне. У сувязі з гэтым паўставала новае важнае пытанне: якая сіла ўтрымлівае планеты на іх арбітах?

Назапашаны Т. Браге багаты эмпірычны матэрыял быў перададзены ім перад сваёй смерцю І.Кеплеру, які выконваў пэўны час абавязкі яго асістэнта. Геніяльны нямецкі навуковец выкарыстаў вынікі брагянскіх назіранняў з максімальнай эфектыўнасцю. (Такім чынам, і ў гэтым плане тытанічная даследчая праца Т. Браге спрыяла разбурэнню антычна-сярэднявечнай карціны свету і ўсталяванню новага навуковага светабачання.)

І. Кеплер, хоць і супрацоўнічаў з Т. Браге, быў тым не менш перакананым капэрніканцам: надта пасавала геліяцэнтрычная гіпотэза да яго светапогляду, да яго філасофскіх прынцыпаў. Як указвалася вышэй, ён стаіць ля вытокаў *сучаснага разумення законаў прыроды як неабходнай, каўзальнай сувязі паміж феноменамі і аб’ектамі, якая можа быць перададзена ў матэматычнай форме*. Як вядома, у Кеплера дадзеная ідэя грунтавалася на яго перакананні ва ўпарадкаванай і гарманічнай будове Сусвету, якое, у сваю чаргу, сілкавалася яго філасофскімі (платанічнымі і неаплатанічнымі), а таксама рэлігійнымі (пратэстанцкімі) поглядамі. Крыніцай прыроднай гармоніі і парадку – у гэтым ён ніколькі не сумняваўся – з’яўляецца Бог. Праз адкрыццё законаў прыроды мы можам уведаць і зразумець Боскі план, паводле якога Сусвет быў створаны.

Неабходна адзначыць, што згаданыя ідэі, не прывялі Кеплера да аднабаковага апрыярызму, да “навязвання” прыродзе перадададзеных матэматычных канструкцый. Як указвалася вышэй, яго натурфіласофія характарызуецца прынцыповай адкрытасцю вопыту, і ў сваёй навуковай практыцы ён імкнуўся заўжды прытрымлівацца дадзенай пазіцыі. Паслядоўнасць, настойлівасць Кеплера, спалучаная з яго матэматычным геніем, прынесла бліскучыя вынікі. Шматгадовае карпатлівае вывучэнне арбіты Марса прывяло яго да высновы, што паводзіны чырвонай планеты супярэчаць і брагеянскай, і капэрніканскай мадэлі. У выніку Кеплер паказаў, што арбіта Марса мае эліптычную форму. Больш за тое, ён высветліў, што хуткасць планеты не з’яўляецца канстантнай: яна рухаецца хутчэй пры набліжэнні да Сонца і запавольвае свой рух пры аддаленні ад яго. Гэтыя даследчыя набыткі былі зафіксаваныя ў кніжцы з адэкватным загалоўкам – “*Astronomia nova*”, якая выйшла ў свет у 1609 г.

Праз некаторы час (дзякуючы ўласным назіранням і ўважліваму вывучэнню пакінутай Т. Браге спадчыны) Кеплер быў у стане даказаць, што паводзіны Марса – не выключэнне з правіла: іншыя планеты паводзяць сябе аналагічна. У выніку ён прыйшоў да фармулёўкі першага і другога<sup>40</sup> са сваіх зако-

---

<sup>40</sup>У першым законе абагульняюцца зробленыя адносна руху Марса высновы, а згодна з другім хуткасць планет змяняецца такім чынам, што праведзены ад Сонца да той ці іншай планеты радыус-вектар за роўныя прамежкі часу пакрывае роўныя плошчы.

наў, якія азначалі радыкальны разрыў з моцным, глыбока ўкаранёным у філасофскай і навуковай культуры ўяўленнем пра “дасканаласць” касмічнага руху, звязаную з яго раўнамерным характарам і траекторыяй у выглядзе акружнасці.

Паводле адкрытага крыху пазней трэцяга закона квадраты перыядаў абарачэння дзвюх планет суадносяцца як узведзеныя ў трэцюю ступень іх сярэднія адлегласці ад Сонца (дакладней, паловы вялікай восі іх эліптычнай арбіты). Грунтам і стымулам для адкрыцця гэтага закона былі філасофска-эстэтычныя і рэлігійна-містычныя погляды Кеплера<sup>41</sup>. Тым не менш ён меў істотнае значэнне для даследчых практык, і наступныя пакаленні астраномаў эфектыўна выкарыстоўвалі той момант, што ён істотна спрашчае вылічэнне адлегласці ад Сонца да планет<sup>42</sup>.

Імкненне да адэкватнага апісання планетарнага руху спалучалася ў Кеплера з нястомным пошукам яго прычын. (Гэта азначае, што ён імкнуўся дапоўніць распрацаваную ім кінематыку дынамічнай тэорыяй<sup>43</sup>.) І ў гэтым выпадку яго ўяўленні пра сусветную душу і пра жывую натуру космасу не перашкаджалі наданню адпаведным даследаванням уласна навуковага характару. У іх выніку Кеплер наблізіўся да сфармуляваных у ньютанаўскай дынаміцы ідэй і паняццяў. Абапіраючыся на прапанаванае англійскім навукоўцам У. Гілбертам (1544–1603) уяўленне пра Зямлю як гіганцкі магніт, ён паспрабаваў растлумачыць узаемадзеянне касмічных аб’ектаў іх магнітнымі ўласцівасцямі. Іх паводзіны тлумачыліся, такім чынам, дзеяннем магнітных сіл прыцягнення паміж імі.

Кеплер быў шчырым вернікам. У маладосці ён нават планваў звязаць сваё жыццё з евангелічнай тэалогіяй, хоць яго матэматычны геній і не дазволіў здзейсніцца гэтым планам [78, с.457–458]. Яго глыбокая рэлігійнасць спалучалася, аднак, з не менш глыбокім антыдагматызмам<sup>44</sup> (і прыхільнасцю да

---

<sup>41</sup> Варта адзначыць, што менавіта ў сувязі са сваім трэцім законам Кеплер упершыню ўжыў паняцце закона прыроды ўвогуле [72, с.470].

<sup>42</sup> Дадзеная задача спрашчаецца ў тым плане, што для яе рашэння дастаткова дакладна вызначыць адлегласць ад Сонца да адной планеты. Перыяды абарачэння планет вызначаюцца досыць проста [78, с.462].

<sup>43</sup> Кінематыка – раздзел механікі, у якім апісваецца рух без высвятлення яго прычын. У адрозненне ад яе дынаміка даследуе рух у сувязі з яго прычынамі – сіламі. У абагульненым плане можна сказаць, што яна вывучае разнастайныя праявы дзеяння сіл.

<sup>44</sup> У іншым выпадку ён наўрад ці здолеў бы ўзняцца да творчай і плённай навукова-даследчай дзейнасці.

прынцыпу талерантнасці). Яго настрой думак не стасаваўся з догмамі, “якой бы канфесіі яны не належалі, што прывяло да рэпрэсій супраць яго як з боку каталіцкай, так і з боку пратэстанцкай царквы; Кеплера, аднак, нельга было змусіць да якіх-небудзь уступак царкве як інстытуцыі” [72, с.468].

Згаданая тэза гучыць, магчыма, як папрок другому геніяльнаму навукоўцу, з даследаваннямі якога звязаны пачатак і разгортванне Вялікай навуковай рэвалюцыі, – Г. Галілею. Як вядома, Галілей быў вымушаны інквізіцыяй фармальна адцурацца ад каперніканскага вучэння, за перамогу якога ён нястомна змагаўся<sup>45</sup>. Тым не менш інквізітары не здолелі зрабіць з яго здрадніка навуцы і навуковым ідэалам. Шматлікія факты сведчаць пра тое, што пасля інквізіцыйнага працэсу вялікі італьянскі навуковец, нягледзячы на немалады ўзрост і хваробы, працягваў плённую навуковую дзейнасць, якая – ва ўмовах хатняга арышту і строгага нагляду! – мела міжнароднае вымярэнне, дасягаючы Францыі і Галандыі [72, с.298].

Акрамя драматычных выпрабаванняў грамадскага характару, Галілею (як і Кеплеру) былі наканаваны не менш драматычныя калізійны ў індывідуальным духоўным жыцці, на ўзроўні навуковага пошуку. Праз іх трэба было прайсці, каб пераадолець схаластычныя догмы, якія спачатку дамінавалі і над яго розумам (як і над кеплераўскім мысленнем). Складаны, супярэчлівы працэс пераадолення дагматызаваанай арыстоцэлеўскай спадчыны, непаўторна індывідуальны ў выпадку кожнага з гэтых геніяльных навукоўцаў, з’яўляецца, безумоўна, ґрунтоўным момантам глабальнай навуковай рэвалюцыі, што разгортвалася ў дадзеную эпоху. Арыгінальнымі з’яўляюцца і вынікі іх творчых пошукаў, якія азначалі каласальны крок наперад у стварэнні асноў навукі сучаснага тыпу.

Сярод творчых набыткаў Галілея неабходна ў першую чаргу адзначыць яго метадалагічныя навацыі. Вышэй (2.2) ужо ішла гаворка пра найістотнейшыя рысы галілееўскай навукова-даследчай праграмы. Гісторыя навукі пераканаўча засведчыла яе плённы характар: у працэсе яе здзяйснення былі дасягнуты істотныя поспехі. Якія аспекты галілееўскай метадалогіі

---

<sup>45</sup> У барацьбе за перамогу геліяцэнтрычнай мадэлі Галілей не абмяжоўваўся навуковымі аргументамі. Як даводзілася вышэй, ён імкнуўся пераканаць (пры дапамозе герменеўтычных працэдур, задзейнічаных для тлумачэння тэксту Бібліі) царкоўныя ўлады і грамадства ўвогуле ў тым, што вучэнне Каперніка поўнаасцю стасуецца з хрысціянскім светапоглядам.

найбольш паспрыялі згаданым поспехам, вызначыць даволі няпроста, як няпроста сказаць, наколькі паслядоўным быў сам навуковец у яе выкананні.

Тым не менш можна з пэўнасцю сцвярджаць, што, нягледзячы на магчымае дамінаванне ў яго пошуках матэматызаванага, тэарэтычнага спосабу даследавання прыроды, ён (як, зрэшты, і Ньютан) арганічна спалучаў у сабе фізіка-тэарэтыка і фізіка-эксперыментатара<sup>46</sup>, усведамляў істотнае значэнне эмпірычных даследаванняў і надаваў ім належную ўвагу. Пачуўшы, напрыклад, вясной 1609 г. пра прыстасаванне, якое крыху пазней (у 1611 г.) было названа тэлескопам, і пра прынцып яго будовы, ён літаральна за ноч стварыў падобны інструмент, які ў тры разы павялічваў аб'ект, што назіраўся пры яго дапамозе. Затым навуковец удаканаліў свой тэлескоп да ўзроўню, на якім ён даваў трыццаціразовае павелічэнне, што дазваляла яго эфектыўнае выкарыстанне для астранамічных назіранняў [78, с.465]. Галілей вітаў магчымасць узмацніць і дапоўніць органы пачуццяў тэхнічнымі сродкамі, каб зрабіць навуковыя назіранні больш эфектыўнымі. Ён надзвычай плённа выкарыстаў дадзеную магчымасць: за вельмі кароткі адрэзак часу ён зрабіў шэраг важных адкрыццяў (спадарожнікі Юпітэра, няроўны ландшафт Месяца, плямы на Сонцы, наяўнасць шматлікіх зорак, нябачных няўзброеным вокам, фазы Венеры).

Галілей ніколі не сумняваўся, што найбольш натуральнае, простае і дакладнае тлумачэнне адкрытых ім прыродных з'яў дае капэрніканская гіпотэза. Навуковец ясна ўсведамляў, аднак, што геліяцэнтрычнай касмалогіі бракавала на той час трывалага фізічнага падмурку і інтэнсіўна працаваў дзеля яго стварэння. У выніку гэтай напружанай даследчай працы ён істотна наблізіўся да навуковага (у сучасным сэнсе слова) разумення сутнасці механічнага руху. Пра гэта адназначна сведчыць той факт, што ім былі сфармуляваны прынцып інерцыі і прынцып адноснасці, якія – у абагульненай форме – занялі грунтоўнае месца ў ньютанаўскай фізіцы<sup>47</sup>. Істотнае значэнне яны мелі і ў тэарэтычных пошуках Галілея. Так, ён мог растлумачыць з іх дапамогай, чаму на Зямлі не назіраюцца эфекты, звязаныя з яе рухам, і адказаць, такім чынам, на асноўны аргумент фізічнага характару, што прыводзіўся прыхільнікамі геацэнтрызму.

<sup>46</sup> У сучаснасці такое спалучэнне сустракаецца надзвычай рэдка.

<sup>47</sup> Гэтыя прынцыпы разглядаюцца ў параграфе, прысвечаным класічнай механіцы.

Сярод істотных дасягненняў вялікага італьянскага навукоўца ў галіне механікі заўжды згадваюцца таксама адкрыцці, дзякуючы якім былі пераадолены традыцыйныя і не надта ўцямныя ўяўленні пра свабоднае падзенне фізічных аб'ектаў і пра рух кінутага цела. У першым выпадку Галілей дапусціў, што аб'екты падаюць роўнапаскорана і што велічыня паскарэння не залежыць пры гэтым ад іх вагі. Дадзенае дапушчэнне было праверана на шматлікіх эксперыментах, як гэтага патрабавала новая навуковая метадалогія. Надзвычай важна, што ў адпаведным галілееўскім эксперыментаванні спалучалася рэальнае і ўяўнае маніпуліраванне фізічнымі аб'ектамі. Рэальная пазнавальная сітуацыя трансфармавалася пры гэтым у ідэальную, навуковец абстрагаваўся ад неістотных, пабочных момантаў, якія перашкаджалі разуменню сапраўднай існасці фізічнага працэсу (у дадзеным выпадку ў якасці такога моманту фігуравала супраціўленне паветра).

Найгрунтоўнейшае значэнне ў кантэксце станаўлення навукі сучаснага тыпу мае той факт, што Галілей разгледзеў унутраную тоеснасць вертыкальнага падзення фізічных аб'ектаў і іх руху па нахільнай плоскасці. Іх якасныя характарыстыкі ідэнтычныя, і адрозніваюцца яны толькі колькаснымі ўласцівасцямі: са змяншэннем вугла нахілу змяншаецца і паскарэнне. Навуковец адпрацаваў, такім чынам, на гэтым лакальным узроўні глабальную аперацыянальную схему сучаснай навукі. У згодзе з дадзенай схемай шукаецца *істотная тоеснасць разнародных, на першы погляд, феноменаў*; і калі гэты пошук паспяховы, то адрозненні паміж імі выяўляюцца як чыста колькасныя. Адсюль вынікае грунтоўнае значэнне матэматыкі для прыродазнаўства, у якім Галілей ніколі не сумняваўся. Ён быў перакананы, што вялікая кніжка прыроды напісана матэматычнай мовай, якой неабходна авалодаць, каб умець чытаць яе [58, с.116].

Калі давесці да лагічнага завяршэння аналіз руху па нахільнай плоскасці, то выяўляецца, што пры ўмове роўнасці вугла нахілу нулю, роўным нулю будзе і паскарэнне. Цела ў такім выпадку рухаецца прамалінейна і раўнамерна па гарызантальнай паверхні (згодна з законам інерцыі, пра які гаворка пойдзе ніжэй). Дасягнуўшы яе краю, яно будзе рухацца па парабалічнай траекторыі, у якой будучь спалучацца свабоднае падзенне і прамалінейны раўнамерны рух. Менавіта ў згаданым спалучэн-

ні Галілей убачыў сутнасць так званага змушанага руху (руху кінутага цела, руху снарада, выпушчанага гарматай, і да т. п.). Ён паказаў, такім чынам, што дадзеная сутнасць зводзіцца да ўласцівасцей, якія характарызуюць той рух, які традыцыйна лічыўся натуральным, і што ўвогуле няма ніякіх прынцыповых падстаў для вылучэння і ўзаемага супрацьпастаўлення натуральнага і змушанага тыпаў механічнага руху.

Неабходна адзначыць, што творчасць Галілея атрымала надзвычай высокую ацэнку філосафаў і гісторыкаў навукі, а таксама выбітных дзеячаў сучаснага прыродазнаўства. Хоць і не ва ўсіх выпадках ён здолеў вызваліцца ад улады схаластычных уяўленняў [72, с.299], тым не менш менавіта ў ім традыцыйна бачыцца пачынальнік сучаснай навуковай метадалогіі, сучаснага матэматычнага прыродазнаўства і сучаснага падыходу да праблемы руху [30, с.7–9; 72, с.297].

Дзякуючы даследаванням І.Кеплера і Г.Галілея працэс матэматызацыі і механізацыі карціны прыроды набыў у найвышэйшай ступені інтэнсіўны характар. Дасканаленню і ўзбагачэнню механічна-матэматычнага светабачання паспрыялі пошукі і знаходкі іншых выбітных навукоўцаў XVII ст. (у першую чаргу К. Гюйгенса, 1629–1695, і П. Гасэндзі, 1592–1655). У такіх умовах выразна акрэслілася неабходнасць сінтэзу ўсяго набытага на гэтым шляху ў адзіную звязную фундаментальную тэорыю. Як піша В.С. Сцёпін, у гісторыі фізікі мелі месца пазнавальныя сітуацыі, калі новая карціна свету паўставала ў двух альтэрнатыўных праектах, якія спаборнічалі паміж сабой. Менавіта такая сітуацыя паўстала пры ўзнікненні гістарычна першай (у кантэксце фізікі сучаснага тыпу) з іх – механічнай, альтэрнатыўнай версіі якой былі распрацаваны Р. Дэкартам і І. Ньютанам [85, с.704].

Картэзіянская механіка, больш ранняя ў храналагічным плане, доўгі час дамінавала ў навуцы, але ў канчатковым выніку – пасля доўгай і напружанай барацьбы – саступіла пальму першынства ньютанаўскай. Тым не менш яна ў значнай ступені паспрыяла нараджэнню навукі сучаснага тыпу. Характэрнае для яе тлумачэнне фізічных працэсаў праз вяхровы рух часцінак мае сэнна, безумоўна, толькі гістарычны інтарэс. Яе строгі дэдуктыўны характар, аднак, яе высокапрафесійны, высокаякасны філасофскі грунт і паслядоўнае здзяйсненне ў ёй матэматычна-механічных прынцыпаў уразілі сучаснікаў Дэкар-

та і моцна паўплывалі на яго пераемнікаў<sup>48</sup>. Яна спрыяла ўзмацненню духу навуковасці (у класічнай яе версіі) у пазнанні прыроды: “механістычная канцэпцыя Дэкарта выключала ўсякі анімізм, усякія акультныя якасці, усякі ўнутраны фіналізм (за выключэннем псіхафізіялогіі), растлумачваючы ўсе змяненні ўзаемнымі ўздзеяннямі цел адно на адно” [58, с.109].

Важнае месца ў картэзіянскай метадалагічнай праграме, а таму і ў картэзіянскай механіцы займае ўяўленне пра законы прыроды, наяўнасць якіх Дэкарт звязваў з нязменнасцю Боскай існасці. Менавіта з яе, на думку філосафа, вынікае найважнейшы з іх – закон захавання колькасці руху (імпульсу). Грунтуючыся на ім, а таксама на ўяўленні пра рух як пэўны, раўнапраўны са спакоем стан фізічных аб’ектаў, Дэкарт выразна і ў больш агульнай і абстрактнай форме, чым Галілей, сфармуляваў закон інерцыі. Гэта надзвычай важна з пункту далейшага развіцця механікі момант, бо гаворка ідзе пра палажэнне, якое належыць да найгрунтоўнейшых у яе сучасным тэарэтычным складзе.

Падсумоўваючы разгляд картэзіянскай фізікі, неабходна адзначыць яе неадназначны, амбівалентны характар. Дэкарт з усёй магчымай выразнасцю сфармуляваў механічна-матэматычны ідэал навуковага пазнання, які патрабуе звядзення “фізічных з’яў у механіцы да рухаў пад уздзеяннем ціску ці штуршка і да законаў захавання” [46, т.5, с.953]. Ён сам і яго прыхільнікі шчыра імкнуліся да паслядоўнага і поўнага здзяйснення дадзенага ідэалу. Тым не менш не зусім паслядоўная і стэрыльная ў гэтым плане ньютанаўская фізіка была значна больш паспяховай у сваіх тлумачэннях і ў сваіх прадказаннях адносна будучага вопыту. Таму яна атрымала заслужаную перамогу ў гэтым вялікім змаганні навуковых ідэй.

*Такім чынам, першыя крокі ў пазнанні фізічнага Сусвету і працэсаў, што ў ім адбываюцца, былі зроблены чалавецтвам у старажытнасці ў рамках практычна-міфалагічнага яго засваення. Магутнае і выніковае імкненне да рацыяналізацыі светапоглядных структур, у якіх згаданае пазнанне разгортваецца, назіраецца ў антычнай Грэцыі ва ўмовах поліснай дэмакратыі. Першай духоўнай формай, у якой увасобілася дадзенае імкненне, з’яўляецца натурфіласофія дасакратыкаў. Дасакра-*

---

<sup>48</sup> Механіка Р.Дэкарта “была добра прынята ў Кембрыджскім універсітэце, яе выкладалі студэнтам, сярод якіх быў у той час І.Ньютан” [78, с.472].

тыкі распрацавалі, прааналізавалі і апрабавалі разнастайныя тэарэтычныя схемы, мадэлі і падыходы, надзвычай важныя для ўсяго далейшага развіцця фізікі і касмалогіі. Вяршыняй антычнай натурфіласофскай думкі (як і філасофскай думкі ўвогуле) з'яўляецца творчасць Платона і Арыстоцеля. Прынцыповыя аспекты арыстоцэлеўскай фізікі і касмалогіі (геацэнтрызм, дуалістычны характар светабудовы, супрацьлегласць змушанага і натуральнага руху) дамінавалі ў навуковай культуры да эпохі Адраджэння. Тым не менш і ў Антычнасці (александрыйская матэматычная фізіка і астраномія), і ў Сярэднявеччы (у абсягу арабскай навукі і ў пэўных кірунках схаластычнай традыцыі) мелі месца спробы здзейсніць альтэрнатыўныя “якасныя” арыстоцэлеўскай фізіцы падыходы ў пазнанні грунтоўных прыродных з'яў, падзей і працэсаў. Радыкальны і раішчы дэмантаж згаданай фізікі адбываецца, аднак, толькі ў выніку тытанічных намаганняў рэнесансавых філосафаў і навукоўцаў (Л.да Вінчы, М.Капернік, Т.Браге, Ф.Бэкан і інш.). Імкненне да абгрунтавання і ўдасканалення геліяцэнтрычнай мадэлі Сусвету (Г.Галілей, І.Кеплер) найістотнейшым чынам паспрыяла нараджэнню матэматычна-механістычнай тэарэтычнай канцэпцыі, гістарычна першай формы фізікі (і навукі ўвогуле) сучаснага тыпу. Апошняй значнай падзеяй у працэсе яго распрацоўкі і сцвярджэння быў канфлікт ньютанаўскага і картэзіянскага яе варыянтаў. Перамогу ў гэтай велічнай бітве ідэй святкавалі Ньютан і яго прыхільнікі, менавіта ньютанаўская механіка атрымала статус першай вялікай, парадыгматычнай фізічнай (і навуковай увогуле) тэорыі ў сучасным сэнсе слова.

### Пытанні і заданні

1. Як вы лічыце, чаму атамізм не здолеў перамагчы ў барацьбе ідэй у антычнай культуры?
2. Каласальны поспех арыстоцэлеўскай фізікі быў шмат у чым абумоўлены зрэалізаваным у ёй імкненнем да эмпірычнай відавочнасці, да апраўдання сваіх палажэнняў праз паўсядзёжны вопыт. Як паўплывала, на ваш погляд, дадзенае імкненне на яе лёс у Новы час?
3. Якой з пазіцый, што выявіліся ў дыскусіі адносна рэвалюцыйнага статусу каперніканскай мадэлі, вы аддаеце перавагу? Чаму?

4. Сярод гістарычных рэканструкцый тых падзей, што адбываліся вакол геліяцэнтрычнай гіпотэзы, можна сустрэць і такую, паводле якой першым вялікім героем і пакутнікам у звязанай са згаданай гіпотэзай барацьбе навукі і рэлігіі “быў Галілей, навуковец, а не Бруна, маг... Гісторыя захавала імя Бруна таму, што менавіта ён павярнуў усю рымска-каталіцкую царкву супраць найвялікшай навуковай гіпотэзы новай навукавай рэвалюцыі і здолеў гэта зрабіць, не здзейсніўшы нічога значнага ў навуцы” [78, с.450–451]. Наколькі справядлівыя, на вашу думку, дадзеныя тут ацэнкі?

## 2.4. Гістарычнае станаўленне хіміі сучаснага тыпу

У прысвечаных гісторыі хіміі тэкстах падкрэсліваецца, як правіла<sup>49</sup>, момант супрацьлегласці паміж асвечанай духам навуковасці сучаснай хіміяй і данавуковай традыцыяй (ці лепш сказаць традыцыямі). Пры гэтым пачатак разгортвання навуковага хімічнага пазнання звязваецца з той або іншай выбітнай постацю ці іх шэрагам, выбар якіх залежыць ад поглядаў і перакананняў адпаведнага гісторыка. Так, даводзіцца, напрыклад, што хімія ў той форме, у якой яна існавала да Р. Бойля, суадносіцца з сучаснай хіміяй, “як лепет дзіцяці з разумным маўленнем дарослага” [19, с.5]. Аўтар прысвечанага гісторыі хіміі артыкула Вікіпедыі таксама лічыць, што “раннія спробы растлумачыць прыроду матэрыі і яе пераўтварэнні былі няўдалымі. Не дасягнула поспеху ў тлумачэнні прыроды матэрыі і протанавука хіміі, алхімія...Хімія здзяйсняецца як сапраўдная навука тады, калі Антуан Лавуазье фармулюе закон захавання масы, які патрабуе карпатлівых вымярэнняў і назіранняў, скіраваных на колькасныя аспекты хімічных феноменаў” [47].

Як падаецца, пры такім падыходзе духоўныя феномены, што папярэднічалі сучаснай хімічнай навуцы ў аналізе матэрыі і яе пераўтварэнняў, разглядаюцца выключна праз прызму яе першынства і вяршэнства і таму паўстаюць у скажоным святле. У такім выпадку ў значнай ступені недаацэньваецца момант пераемнасці ў гістарычным развіцці хіміі, наяўнасць якога

<sup>49</sup> Выключэннем з гэтага правіла з’яўляецца “Гісторыя хіміі” Б. Бенсод-Вінсен і І. Стэнгерс, у якой даецца абгрунтаваная і глыбокая крытыка падзелу гістарычнага развіцця хімічных ведаў на змрочны данавуковы і прасякнуты святлом рацыянальнасці навуковы яго перыяды [20, с.5–8].

ніхто з яе гісторыкаў не адмаўляе. Наадварот, у адпаведных даследаваннях указваецца, што хімія сучаснага тыпу ўзнікла не на пустым месцы, што яе перадумовы выпявалі ў працэсе разгортвання як алхімічных, так і рамесніцкіх практык. Пры гэтым адзначаецца таксама, што хімічная навука абаяваецца на доўгую і багатую гістарычную традыцыю: першапачатковыя хімічныя веды чалавецтва набыло ўжо ў глыбокай старажытнасці. Гэтыя першапачатковыя набыткі былі звязаныя найперш з яго вялікім дасягненнем – з авалоданнем агнём<sup>50</sup>, дзякуючы чаму першабытныя людзі маглі практычна задзейнічаць і тэарэтычна засвойваць працэсы пераўтварэння матэрыі. Істотнае прырашчэнне эмпірычных ведаў пра хімічныя феномены забяспечыла ўзнікненне і развіццё такіх галін рамеснай вытворчасці, як металургія і ганчарства. Спектр практычна-рамесных крыніц назапашвання хімічных ведаў увогуле ўраджае сваёй шырынёй і разнастайнасцю: выраб шкла і фарбаў, касметыкі, лекаў і г. д.

Ва ўсіх прысвечаных гісторыі хіміі даследаваннях даводзіцца таксама, што адпаведная тэарэтычная традыцыя запачаткоўваецца ў антычных натурфіласофскіх канцэпцыях і алхімічных пошуках. Праўда, пры гэтым, як правіла, акцэнтуюцца супрацьлегласць навуковага метаду сучаснай хіміі і ненавуковага характару згаданых духоўных феноменаў. Тым не менш правамерным падаецца сцверджанне, што ў працэсе разгортвання натурфіласофскіх і алхімічных праектаў выпрацоўваліся грунтоўныя інтэлектуальныя арыентацыі, важныя элементы даследчых стратэгий, своеасаблівыя “духоўныя матрыцы” [20, с.30–31], якія маюць істотнае значэнне і для сучасных навуковых даследаванняў. Так, *антычнай натурфіласофіі* сучасная хімія (і не толькі яна) шмат чым абавязана ў плане самога стылю свайго мыслення і маўлення. Па сутнасці абодва гэтыя тэарэтычныя феномены выяўляюць ідэнтычны падыход да прыроды, існасць якога – у пошуку элементаў, прынцыпаў, першапачаткаў разнастайных матэрыяльных аб’ектаў. Асабліва выразна гэта выяўляецца ў кантэксце стасункаў хімічнай навукі сучаснага тыпу і антычнай атамістычнай традыцыі. Ідэя атамаў, разгледжаная ў гістарычнай перспектыве, выглядае надзвычай прадуктыўнай – не толькі ў дачыненні да раз-

---

<sup>50</sup> Як пішуць І. Прыгожын і І. Стэнгерс, «адвечная мудрасць заўжды звязвала хімію з “навукай пра агонь”» [75, с.103].

гортвання хімічних даследаванняў, але і ў плане развіцця навуковага пазнання ўвогуле. У сферы хімічнага пазнання яна мае асаблівае значэнне: належыць да найважнейшых фактараў узнікнення хіміі сучаснага тыпу.

Нельга не адзначыць, аднак, і істотных адрозненняў сучаснага хімічнага і антычнага натурфіласофскага мыслення (і справа тут не толькі ў тым, што гаворка ідзе пра феномены, якія належаць да дзвюх розных духоўных формаў). Хоць вучэнні атамістаў і “супрацьпастаўляюць якаснай канцэпцыі станаўлення канцэпцыю камбінаторнага тыпу” [20, с.20], блізкую да сучаснага навуковага пазнання, цэнтральнае месца ў антычнай філасофіі і навуцы заняў усё-такі якраз “якасны” падыход. Для сучаснай хіміі (як і для сучаснага прыродазнаўства ўвогуле) характэрна матэматызаванае, “колькаснае” бачанне прыродных аб’ектаў і працэсаў. Сама ідэя атамаў мела ў антычных мысляроў у адрозненне ад сучасных хімікаў (і фізікаў) спекулятыўны характар, яна не магла быць правэрана эмпірычным шляхам. Адрозніваюцца абодва духоўныя феномены (прычым адрозніваюцца кардынальна) і сваім стаўленнем да матэрыяльнай, хімічнай практыкі: калі пазіцыя антычных натурфілосафаў мела сузіральны характар і іх тэарэтычныя пабудовы не паўплывалі на хімічную вытворчасць свайго часу, то сучасная хімія выяўляе істотную практычную скіраванасць (як было падкрэслена вышэй, яна вылучаецца ў гэтым плане нават сярод сучасных навуковых дысцыплін).

Што да *алхіміі*, то ў першую чаргу неабходна адзначыць яе комплексны, складаны і дынамічны характар. У ёй мудрагеліста спалучаюцца элементы філасофіі і навукі, рацыянальнага і містычнага, магіі і мастацтва, тэорыі і практыкі. У антычнай і сярэднявечнай алхіміі дадзенае спалучэнне застаецца сінкрэтычным, што робіць ідэнтыфікацыю дадзенага феномена і тых, хто яго ўвасабляў, – антычных і сярэднявечных алхімікаў – надзвычай няпростай справай.

Алхімічныя практыкі абапіраліся на пэўны светапогляд, грунтоўным момантам якога было ўяўленне пра фундаментальнае адзінства прыроды і пра яе дынамічны, жывы характар, які вызначаецца рухомасцю і прасякнутасцю жыццём яе асновы – першаматэрыі. Усе пераўтварэнні, усе працэсы, што адбываюцца ў рэчаіснасці, разглядаліся ў рамках дадзенага светапогляду як ідэнтычныя па сваёй сутнасці. Адсюль выніка-

ла тэза пра глыбокую сувязь зямнога і касмічнага, што, у сваю чаргу, абумоўлівала цеснае ўзаемадзеянне алхіміі і астралогіі.

Галоўная мэта алхімічных практык – давядзенне да дасканаласці стану рэчаісных утварэнняў. У кожным цывілізацыйным асяродку, у якім культывавалася алхімія, дадзеная мэта мела канкрэтны і спецыфічны выгляд. Так, у звязанай з даасізмам кітайскай алхімічнай традыцыі ў якасці галоўнай задачы разглядалася дасягненне бессмяротнасці і адпаведныя практыкі былі сцэнтраваны на вырабе элексіру жыцця. Звязаную з тантрызмам індыйскую алхімію характарызаваў цікавасць да металаў (што было ўласціва, зрэшты, усім алхімічным традыцыям). Індыйскіх алхімікаў, аднак, цікавіла не столькі “ўдасканаленне” металаў (ператварэнне “невыводных” у “выводных”), колькі іх разбурэнне, спрыянне іх карозіі, каб у выніку ператварыць іх у цудадзейныя лекавыя сродкі.

У заходнім культурным абшары алхімічная традыцыя запачаткавалася ў эліністычную эпоху, і яе прадстаўнікі бачылі сябе спадкаемцамі егіпецкай алхіміі і звязанага з ёй комплексу ідэй, якія яны прыпісвалі Гермесу Трысмегісту. У тэкстах эліністычных алхімікаў задаецца сапраўдны код усёй гэтай традыцыі, “усталёўваецца асацыяцыя, паводле якой мы ідэнтыфікуем алхімію, асацыяцыя паміж практыкамі, містычнымі сімваламі, касмаганічнымі дактрынамі, але таксама і апісанне працэдур..., якія ствараюць практычную бесперапыннасць паміж алхіміяй і хіміяй” [20, с.23].

На грунце эліністычнай алхімічнай традыцыі паўстала *арабская алхімія* (першымі антычнымі тэкстамі, перакладзенымі на арабскую мову, былі, магчыма, творы александрыйскіх алхімікаў [20, с.24]). У пошуках сродкаў і працэдур для пераўтварэнняў матэрыі арабскія алхімікі шмат у чым пераўтварылі самую алхімію. Сярод іх канцэптуальных навацый неабходна адзначыць найперш спробу раскрыць унутраны парадак свету металаў на аснове дыхатамічнага прынцыпу, які, у сваю чаргу, быў распрацаваны на грунце арыстоцэлеўскага ўяўлення пра чатыры якасці, канстытутыўныя для чатырох стихій. Базісную дыхатамію пры гэтым утваралі ртуць і сера ці – дакладней – тыя грунтоўныя прыродныя прынцыпы, што ўвасабляюцца ў іх. Ртуць разглядалася як сінтэтычнае ўвасабленне халоднага і вільготнага пачаткаў, а сера – гарачага і сухога. Усе металы (у тым ліку і наяўныя ў рэчаіснасці ртуць і сера) трактаваліся

як утварэнні, што змяшчаюць іх у той ці іншай прапорцыі. Неабходна адзначыць, што дадзенае вучэнне праходзіць праз усё будучае развіццё алхіміі – і арабскай, і еўрапейскай [78, с.333].

Разам з тым у рамках арабскай алхіміі надзвычай выразна выявілася тэндэнцыя да яе “рацыяналізацыі”: увага засяроджвалася найперш на доследах і іх выніках, на іх дакладным апісанні, на іх рацыянальнай інтэрпрэтацыі, на пошуку шляхоў іх практычнага выкарыстання. У гэтым плане мяжа паміж алхіміяй і тэхнічнай, прагматычнай, “свецкай” хіміяй, паралельна з якой яна развівалася, фактычна знікае: у абодвух выпадках арабскія навукоўцы імкнуліся да практычна значных ведаў, што дапускаюць трансляцыю і праверку [20, с.25]. Важна таксама, што найважнейшыя аспекты алхімічных пошукаў робяцца прадметам рацыянальных дыскусій. Так, Авіцэна выказаў сумненні ў магчымасці ператварэння “нізкіх” металаў у высакародныя. Ён аргументаваў сваю пазіцыю тым, што відавныя адрозненні паміж металамі трывала ўсталяваныя ў прыродзе і неадольныя для чалавечага мастацтва. У рамках алхіміі такой пазіцыі супрацьпастаўлялася дынамічнае і тэмперальнае (засяроджанае на часе) бачанне прыроднага парадку. У такім выпадку межы паміж тыпамі і відамі наяўна існага трактуюцца як зменлівыя, рухомыя. Акрамя таго, алхімікі былі перакананыя ў магчымасці паскорыць час і, адпаведна, паскорыць пераўтварэнні, што ў прыродзе доўжацца стагоддзямі [20, с.26].

Такім чынам, арабская алхімія падтрымала алхімічную традыцыю і дала моцны штуршок яе далейшаму разгортванню. Дзякуючы інтэнсіўным кантактам хрысціянскай і ісламскай цывілізацый, якія мелі месца ў XII ст., дадзеная традыцыя аднавілася і на заходнім культурным абшары. Яна патрапіла тут у надзвычай складаны, але разам з тым – у канчатковым выніку – спрыяльны сацыякультурны кантэкст. Інакш і быць не магло, алхімія не магла не выклікаць водгук у грамадстве, у якім інтэнсіўна перажываліся, аналізаваліся, дыскутаваліся ўзаемадачынненні веры і розуму, нябеснага і зямнога, містычнага і рацыянальнага, тым больш у сітуацыі, калі адчувалася патрэба і рабіліся спробы іх грунтоўнага пераасэнсавання.

У выніку алхімічныя практыкі, як і кола ідэй, на якіх яны грунтаваліся, зрабіліся неад’емнай (хоць і не бяспрэчнай) часткай духоўнага жыцця сярэднявечнай Еўропы, атрымаўшы адпаведныя хрысціянскаму веравучэнню інтэрпрэтацыю і воб-

разны лад. Еўрапейскія алхімікі, як і іх арабскія калегі, шмат што зрабілі ў плане захавання і ўзбагачэння метадаў, працэдур, тэхнічных прыстасаванняў, неабходных для лабараторнай працы з хімічнымі феноменамі. Ні ў якім разе не безвыніковай у кантэксце прырашчэння хімічных ведаў была і іх даследчая дзейнасць. Так, яны здолелі атрымаць моцныя кіслоты (азотную, хлорную, серную), чаго не маглі дасягнуць арабы [20, с.29]. Гісторыкі навукі ўказваюць таксама на істотныя канцэптуальныя навацыі, прапанаваныя ў рамках хрысціянскай алхіміі (напрыклад, наданне геаметрычнай формы алхімічнаму сімвалізму ў XIV ст. [20, с.30]), якія могуць разглядацца ў кантэксце выпявання перадумоў хіміі сучаснага тыпу.

Наколькі правамерна, аднак, разглядаць і ацэньваць алхімію толькі з пункту гледжання яе ўзаемадзейненняў з хімічнай навукай у сучасным сэнсе слова? Як падаецца, адказ на дадзенае пытанне мусіць быць адмоўным. Дзякуючы сваёй складанасці, комплекснасці, багаццю сваіх вызначэнняў алхімічная традыцыя выяўляе высокае агульнакультурнае значэнне і павінна разглядацца ў кантэксце духоўнага развіцця заходняй цывілізацыі ў цэлым (менавіта ў такім плане яе разглядалі, напрыклад, К.-Г. Юнг і М. Эліядэ [32; 52]).

Алхімія захавалася як грунтоўна важны культурны феномен і ў эпоху Адраджэння. Разам з тым істотным чынам змянілася яе становішча ў грамадстве і змянілася яна сама. Інакш і быць не магло ў гэты пераломны час, калі грамадства прыйшло ў рух, калі распрацоўваліся шматлікія скіраваныя ў будучыню праекты і запачаткоўвалася іх здзяйсненне. Уласцівы для алхіміі комплекс ідэй, як і алхімічныя практыкі, былі ўключаны ў згаданы рух: былі зроблены спробы выкарыстаць іх для абгрунтавання новай навукі і для ажыццяўлення новых падыходаў у навукова-даследчай дзейнасці. Разам з тым захаваўся і традыцыйны, скіраваны ў мінулае алхімічны кірунак, прадстаўнікі якога, аднак, мусілі шукаць новыя шляхі для таго, каб прыстасавацца да рэнесансавых сацыяльных і культурных рэалій.

Імкненне павярнуць алхімію ў будучыню, зрабіць яе падмуркам новай навукі выяўляецца найперш у бурнай дзейнасці швейцарскага медыка Парацэльса (гэта псеўданім<sup>51</sup>; сапраўд-

<sup>51</sup> Ён азначае, магчыма, “большы, чым Цэльс”. Цэльс (каля 25 г. да н. э. – каля 50 г. н. э.) – старажытнарымскі навуковец і пісьменнік; захаваўся падрабязны расповед яго пра гістарычнае развіццё і сучасны яму стан медыцыны.

нае яго імя – Тэафраст Бамбаст фон Гогенхайм, 1493–1541). Усвядоміўшы неабходнасць рэфармаваць навуковае пазнанне, усталяваць яго на трывалым падмурку эксперыментальнага і назіранняў, а таксама на моцнай светапогляднай аснове, Парацэльс не шкадаваў намаганняў дзеля вырашэння гэтай задачы. У якасці альтэрнатывы старой сістэме светапоглядных каардынат, пагрунтаванай на схаластычнай інтэрпрэтацыі арыстоцэлеўскіх ідэй, ён прапанаваў новую філасофію навукі, істотнае месца ў якой належала герметычным (гэта значыць звязаным з вучэннем Гермеса Трысмегіста) уяўленням. Гэтыя ўяўленні (пра адзінства мікракосму і макракосму – чалавека і ўніверсуму, пра жывы, напоўнены вітальнымі сіламі характар Сусвету і г. д.) асэнсоўваліся і інтэрпрэтаваліся ім у кантэксце хрысціянскага веравучэння.

Ацэнка згаданай філасофіі ў кантэксце яе ўплыву на навуковыя пошукі Парацэльса – справа няпростая. Ступень рэвалюцыйнасці дасягнутых ім вынікаў ацэньваюцца часам у гістарычнай літаратуры досыць стрымана. Пры гэтым указваецца, што істотнай перашкодай для яго навуковых даследаванняў былі якраз містычныя аспекты яго светапогляду, яго “фантастычная філасофія макракосму і мікракосму”, а таксама пагрунтаваны на прынцыпе аналогіі стыль разважанняў [24, с.187]. Такого кшталту ацэнка падаецца, аднак, не зусім адэкватнай, аднабаковай: згаданая філасофская пазіцыя змяшчала ў сабе істотныя стымулы для новых даследчых практык, якія знаходзіліся ў працэсе станаўлення і таму не маглі быць яшчэ ў поўнай ступені плённымі.

Парацэльс быў перакананы ў грунтоўным значэнні хімічных ведаў для медыцыны і таму засяроджана даследаваў хімічныя праблемы. Шмат намаганняў было прыкладзена ім для распрацоўкі новага бачання матэрыі і яе пераўтварэнняў. Дадзенае бачанне абапіралася на алхімічныя ўяўленні пра грунтоўныя канстытутыўныя пачаткі металаў (пра якія гаворка ішла вышэй). Да двух традыцыйных пачаткаў, што ўвасабляюцца ў ртуці і серы, Парацэльс далучыў трэці, які, на яго думку, увасабляюць солі. Калі апошні дамінуе ў матэрыяльным аб’екце, дык гэты аб’ект выступае як цвёрдае цела. Прынцып серы абумоўлівае здольнасць аб’ектаў да гарэння, а прыцып ртуці адказвае за вадкі або газападобны стан рэчыва. Дадзеныя прынцыпы, аднак, не з’яўляюцца раўнапраўнымі, як лічыў у

згодзе са сваімі герметычнымі перакананнямі Парацэльс: прынцып ртуці выступае як найвышэйшы ў іх іерархіі, а прынцып солі – як найніжэйшы [78, с.415].

Жывы водгук і працяг знайшлі энергічнае прасоўванне ім аналітычнага падыходу да медыкаментаў (раскладанне іх на найпрасцейшыя часткі), а таксама высновы пра лекавыя ўласцівасці мінеральных рэчываў. Парацэльс імкнуўся практычна задзейнічаць адпаведныя ідэі, выкарыстоўваючы алхімічныя метады. Набыткі алхімічнай традыцыі спалучаліся, такім чынам, у яго руках з патрэбамі практычнай, ужыткавай хіміі, якой ён надаваў вялікую ўвагу і ў якой дасягнуў пэўных поспехаў [78, с.414].

Творчыя пошукі Парацэльса яскрава ілюструюць надзвычай важную тэндэнцыю, што выразна выявілася ў хімічным пазнанні рэнесансавай эпохі: традыцыйная алхімія страчвала свае пазіцыі, у той час як значэнне рацыянальнай і практычнай хіміі няўхільна павышалася. Сярод фактараў, якія абумовілі такое развіццё падзей, неабходна адзначыць у першую чаргу развіццё хімічнай вытворчасці, якое патрабавала абгрунтаваных і практычна значных ведаў. Істотна паспрыяла рэалізацыі згаданай тэндэнцыі і вынаходства кнігадрукавання, дзякуючы якому літаратура ўсялякага кшталту – і навуковая, і практычная, і эзатэрычная – зрабілася шырокадаступнай.

Для рацыянальна-крытычнага кірунку хімічнага пазнання момант публічнасці меў грунтоўнае становішча значэнне, бо спрыяў яго папярэнню, умацаванню, далучэнню да яго новых людзей і ідэй. У XVI ст. друкуецца шэраг прысвечаных практычнай хіміі трактатаў (найбольш вядомы з іх “De res metallica” Г.Баўэра (1494–1555), псеўданім Георгіус Агрыкала). З меркаванняў навуковай прыстойнасці, у памкненні да славы ці да прыбытку, дзеля рэкламы ці самарэкламы іх аўтары рабілі агульнадаступным вопыт, які раней утойваўся, прыхоўваўся з вядомых і відавочных прычын. Трактаты характарызуюцца яснай, зразумелай і дакладнай мовай. Іх аўтары клапаціліся пра сваю рэпутацыю і імкнуліся распаўядаць пра з’явы, метадыкі і прыстасаванні, задзейнічаныя і правераныя на практыцы. Так, паводле сведчанняў гісторыкаў навукі, Г. Баўэр імкнуўся да таго, каб – у межах магчымага – прыведзеныя ў “De res metallica” палажэнні грунтаваліся на яго ўласным, вельмі багатым вопыце [78, с.412].

А вось у выпадку традыцыйнай алхіміі, дзе патрабавалася пасвячэнне ў сімволіку і практыкі, недаступныя для дылетантаў, дзе культывавалася ідэя агорнутай духам патаемнасці, сімпатычнай, асабістай блізкасці даследчыка і прадмета даследавання, публічнасць выглядае сілай небяспечнай і варожай<sup>52</sup>. Алхімічныя тэксты, як старажытныя, так і найноўшыя, друкаваліся і паступалі ў продаж, зрабіўшыся “ўсеагульнай тайнай” [20, с.34]. Хоць недасведчанаму чытачу яны праз сваю цёмную, незразумелую мову няшмат што маглі сказаць, тым не менш нішто не перашкаджала любому хіміку паспрабаваць праверыць і абвергнуць пададзеныя ў іх рэцэпты. Таму ў гэты час набывае моц уяўленне пра тое, што грунтоўнай пераумовай поспеху алхімічных практык з’яўляецца крышталёвая духоўная чысціня самога даследчыка. У “кепскіх” хімікаў алхімічныя працэдуры спрацаваць не могуць [20, с.34].

Такім чынам, у рэнесансавай хіміі яскрава выяўляецца грунтоўная характэрная рыса культуры Адраджэння ўвогуле, сутнасць якой – у распрацоўцы і выпрабаванні разнастайных творчых праектаў, інтэлектуальных стратэгий і даследчых праграм. Усе кірункі і тэндэнцыі, што мелі месца ў пазнанні хімічных з’яў у дадзеную эпоху, у той ці іншай ступені ўзбагачалі веды чалавецтва пра прыроду ўвогуле і пра яе “хімічны” сегмент у прыватнасці. Усе яны далі істотныя імпульсы далейшаму разгортванню хімічнага пазнання – нават тыя, прадстаўнікі якіх актыўна адстойвалі традыцыйныя падыходы да пазнання прыродных з’яў. Так, А. Лібавіус (1550–1616) імкнуўся ператварыць “хімічную практыку ў простую ілюстрацыю традыцыйнай дыялектыкі, якой ад імя Арыстоцеля навучаюць ва ўніверсітэтах” [20, с.36]. Аднак пры ўсёй сваёй прыхільнасці да схаластычнай традыцыі гэты энергічны яе адэпт стаіць ля вытокаў скіраванай у будучыню шматабяцальнай пазнавальнай стратэгіі, што патрабуе “ўпарадкаваць рацыянальным чынам наяўныя хімічныя веды” [20, с.36]. Надзвычай важна, што ў яго алхімічнай канцэпцыі сцвярджаецца дух паслядоўнай рацыянальнасці – у адрозненне ад цесна звязанай з містычнымі ўяўленнямі і тым не менш рэвалюцыйнай па сваёй інтэнцыі алхіміі Парацэльса [34, т.1, с.461].

---

<sup>52</sup> Таму нічога дзіўнага няма ў тым, што прадстаўнікі традыцыйнай алхіміі працягвалі ў гэты час і пазней карыстацца рукапісамі і пісалі не для друку [20, с.34].

Асабліва важкія наступствы для будучага развіцця хіміі мелі спробы аднаўлення атамістычнага вучэння ў рэнесансавай натурфіласофіі. Яно было падрыхтавана ў рамках аналізу сярэднявечнымі філосафамі пытання пра падзельнасць стыхій, што ўтвараюць матэрыяльныя аб'екты. У коле паслядоўнікаў выбітнага арабскага мысляра Авероэса (1126–1198) выказваліся думкі пра рэальны характар той мяжы, да якой можа быць даведзена іх дзяленне [46, т.1, с.609]. Хоць згаданае аднаўленне распачалося ў XV ст., але ў той час непасрэдным чынам на хімічным пазнанні яно не адбілася. У XVII ст., аднак, памянёныя наступствы выявіліся надзвычай поўна і выразна: пераможнае шэсце механічнага падыходу да вывучэння прыродных з'яў, што назіралася ў навуцы ў пачатку Новага часу, закранула і хімію. Больш за тое, менавіта хімія выступае ў гэты час як “прывілеяванае поле”, на якім разгортваюцца прысвечаныя атамістычнаму прынцыпу інтэлектуальныя баталіі [20, с.41].

Актыўна і досыць паспяхова адстойваў дадзены прынцып Р. Бойль (1627–1691). Праўда, ён аддаваў пры гэтым перавагу тэрміну “карпускула”. Хімічныя даследаванні Р.Бойля высока ацэньваюцца гісторыкамі навукі, якія ўказваюць, што “ён са сваёй механічнай карпускулярнай філасофіяй стварыў падмурак для Хімічнай Рэвалюцыі” [47]. Пры гэтым да заслуг навукоўца часам прылічваецца распрацоўка ім новага, сучаснага азначэння хімічнага элемента, што грунтуецца на ўяўленні, згодна з якім элементы “не могуць быць апісаны лепш, чым як цалкам гамагенныя субстанцыі, да якіх у канчатковым выніку зводзяцца складаныя целы” [78, с.512]. У асноўным, аднак, у гістарычных рэканструкцыях дадзенага эпизоду ў развіцці хіміі пераважаюць больш стрыманыя ацэнкі. Іх аўтары разглядаюць згаданую тэзу як пагрунтаваную на вырваных з кантэксту паасобных выказваннях Р.Бойля. Сутнасць яго намераў яны бачаць не ў пераадоленні арыстоцэлеўскай дэфініцыі элемента праз новае, адэкватнае сучасным умовам яго вызначэнне, а ў крытычным даследаванні функцыі элемента ў хімічнай практыцы [20, с.49].

Важнай вяхой на шляху станаўлення хіміі сучаснага тыпу з'яўляюцца даследаванні нямецкага навукоўца Г. Шталь (1660–1734). Кант прылічвае яго да пачынальнікаў эксперыментальнага метаду ў навуцы Новага часу [53, с.23]. У 1723 г. Шталь выдаў кніжку пад назвай “Асновы хіміі”, у якой было

пастаўлена пытанне пра сутнасць дадзенай навукі. Цікава, што даследчык разгледзеў яе менавіта ў метадзе – у метадзе звязнення складаных рэчываў да простых кампанентаў і вывучэння спосабаў іх злучэння [78, с.512]. Крыху раней (1697 г.) ён развіў надзвычай паспяховую *тэорыю флагістону* (у канчатковым выніку ад старажытнагр. *phlos* – *польмя*). На працягу наступнага стагоддзя яе падтрымлівалі найбольш аўтарытэтных хімікі, і нават яе магільшчык А.Лавуазье аддаваў належнае пэўным яе аспектам [26, с.732]. Флагістон у разуменні Штала і яго паслядоўнікаў – гэта “прынцып агню”, наяўнае ў здольных да гарэння аб’ектах рэчыва, якое забяспечвае аднаведныя хімічныя рэакцыі. У працэсе гарэння яно мусіла пакідаць аб’ект, які гарыць, і паглынацца паветрам. Увядзенне гэтага матэрыяльнага прынцыпу дазволіла стварыць адзіную і звязную тлумачальную і аперацыйную схему вывучэння разнастайных прыродных з’яў. (Тлумачэнне прыродных феноменаў і працэсаў праз увядзенне спецыяльных, “адказных” за іх субстанцый было, як мы ўбачым ніжэй (3.4; 3.6), досыць пашыранай практыкай у навуцы ранняга Новага часу.) Істотным аспектам дадзенай тэорыі, які адпавядаў характару і духу новага прыродазнаўства, было палажэнне пра захаванне флагістону ў розных хімічных рэакцыях.

У другой палове XVIII ст. дзякуючы даследаванням знамага англійскага навукоўца гэтага часу Д.Блэка (1728–1799) было высветлена, што паветра не з’яўляецца простым рэчывам, і было пастаўлена пытанне пра яго складовыя часткі [78, с.515–516]. Значных поспехаў у вывучэнні дадзенага пытання дасягнуў іншы англійскі навуковец – Д.Прыстлі (1733–1804). Уважлівы і крытычны назіральнік, умелы эксперыментатар, ён здолеў выявіць шматлікія новыя факты адносна структуры і ўласцівасцей паветра. Найважнейшым сярод іх было адкрыццё газу, які пазней атрымаў назву “кісларод” (яно адбылося ў 1774 г.). Сам навуковец характарызаваў яго, аднак, як “дэфлагістычнае паветра”, бо ён надта добра падтрымліваў гарэнне, гэта значыць мусіў быць пазбаўлены флагістону і бесперашкодна абсарбіраваць яго. Такім чынам, Прыстлі тлумачыў новыя факты на аснове старой тэорыі, і ніякія цяжасці, супярэчнасці ці парадоксы не азмрочвалі ў дадзеным выпадку згаданае тлумачэнне [26, с.733].

Тым не менш новыя эмпірычныя базіс рабіў магчымым і новыя тэарэтычныя падыходы. Вялікі французскі навуковец

А. Лавуазье (1743–1794) разгледзеў у грунце старой канцэпцыі “заганнае кола” (штосьці гарыць, бо ў ім змяшчаецца прынцып агню, і штосьці змяшчае прынцып агню, бо яно гарыць) [26, с.733]. Навуковец прапанаваў тэорыю, якая грунтавалася, па-першае, на *законе захавання масы*, па-другое, – на ўяўленні пра *гетэрагенны характар паветра*. Ён высветліў, што “адказная” за працэсы гарэння яго частка ўласціва ўсім аксідам, і назваў яе “кіслым пачаткам” – *кіслародам*. У працэсе далейшых эксперыментаў Лавуазье здолеў раскласці на дзве часткі ваду. Калі першая з іх уяўляла ўжо вядомы яму кіслы пачатак, то другую ён назваў “водным пачаткам” – *вадародам*. Прыняўшы гэтыя два пачаткі, ці прынцыпы, можна было растлумачыць шматлікія хімічныя рэакцыі, не звяртаючыся да гіпотэзы няўлоўнага, таямнічага флагістону.

Лавуазье абвясціў дасягнутыя ім вынікі ў 1783 г., а ў наступным, 1784-м, Д. Блэк пабудаваў курс лекцый для сваіх студэнтаў ужо на іх аснове. У 1785 г. новую тэорыю прыняў яшчэ адзін выдатны хімік – К. Бертале (1748–1822) [78, с.520]. Затым да іх далучыліся іншыя навукоўцы. У развіцці хіміі пачалася, такім чынам, новая эра. Сярод найважнейшых адзнак глыбіні тых пераўтварэнняў, якія дадзеная навуковая дысцыпліна перажывала ў гэты час, неабходна назваць стварэнне новай яе мовы. Лавуазье і яго паплечнікі распрацавалі новую хімічную наменклатуру. У яе рамках рэчывы атрымалі назвы, якія адлюстроўвалі іх унутраную структуру – у адрозненне ад іх вобразных і паэтычных папярэдніц (кшталту “моцнай вады”, “духа Венеры” і да т.п.). У дадзенай сувязі варта адзначыць, што на Лавуазье ў гэтым плане самым істотным чынам паўплывалі ідэі французскага філосафа-асветніка Э. Кандзільяка (1714–1780), згодна з якімі спосаб і стыль мыслення заўжды цесна звязаны з мовай [24, с.232; 72, с.157]. Гэта яшчэ раз яскрава пацвярджае тэзу пра грунтоўную запатрабаванасць філасофіі ў абсягу навуковага пошуку ў няпростыя часы яго рэвалюцыйных пераўтварэнняў.

*Такім чынам, хімія сучаснага тыпу паўстала не на пустым месцы, яе перадумовы выснявалі ў працэсе разгортвання як алхімічных, так і рамесніцкіх практык. Істотнае значэнне ў дадзенай сувязі мела таксама антычная натурфіласофская традыцыя, якой сучасная хімія шмат чым абавязана ў плане самога стылю свайго мыслення і маўлення. Першая грунтоў-*

ная спроба рацыяналізацыі алхіміі была зроблена ў рамках арабскай навукі. Увага засяроджвалася ў ёй найперш на доследах і іх выніках, на іх дакладным апісанні, на іх рацыянальнай інтэрпрэтацыі, на пошуку шляхоў іх практычнага выкарыстання. У заходняй культуры аналагічныя тэндэнцыі назіраюцца ў эпоху Рэнесансу. Іх выяўленню паспрыялі развіццё хімічнай вытворчасці і вынаходства кнігадрукавання, якое ўмацоўвала небяспечную для традыцыйнай алхіміі атмасферу публічнасці ў навуковым пазнанні. Грунтоўнае месца ў канцэптуальным падмурку хіміі XVII ст. заняла канцэпцыя флогістону, у якой для тлумачэння рэакцый гарэння ўводзілася спецыяльная матэрыяльная субстанцыя. Гэта дазволіла стварыць адзіную і звязную тлумачальную і аперацыйную схему вывучэння разнастайных прыродных з’яў. Далейшыя эмпірычныя і тэарэтычныя пошукі, аднак, прывялі да ўсталявання новага падыходу, у рамках якога шматлікія хімічныя рэакцыі тлумачыліся на аснове двух эмпірычна выяўленых матэрыяльных пачаткаў (кіслароду і вадароду) без звароту да няўлоўнага “прынцыпу агню” (флогістону). Яскравай адзнакай глыбіні рэвалюцыйных пераўтварэнняў хімічных ведаў на мяжы XVIII і XIX стст. з’яўляецца стварэнне новай яе мовы, у якой хімічныя рэчывы атрымалі назвы, што адлюстроўвалі іх унутраную структуру.

### Пытанні і заданні

1. Якія ідэі антычнай натурфіласофіі з’яўляюцца асабліва блізкамі хімічнай навуцы?
2. Як тлумачыцца, на вашу думку, факт шырокай распаўсюджанасці алхімічнай традыцыі, факт яе прысутнасці ў розных культурах?
3. Паспрабуйце сістэматызаваць аргументы, што сведчаць пра момант пераемнасці ў гістарычным развіцці хіміі.
4. Якое значэнне для ацэнкі алхіміі і яе ролі ва ўзнікненні навукі сучаснага тыпу мае, на ваш погляд, тая акалічнасць, што І.Ньютан быў зацятым, перакананым алхімікам?
5. Паспрабуйце даказаць, што падзеі, якія адбыліся ў галіне хімічнага пазнання напрыканцы XVIII ст., з’яўляюцца навуковай рэвалюцыяй.

## 2.5. Гістарычнае станаўленне біялогіі сучаснага тыпу

Першапачатковыя веды пра жывёл і расліны былі назапашаны ўжо ў першабытным грамадстве. Яны мелі істотнае значэнне для выжывання чалавека ва ўмовах, калі ён мусіў карыстацца прымітыўнымі прыладамі працы, якая доўгі час заставалася неэфектыўнай і ледзь задавальняла мінімум яго патрэб. Магутны штуршок паглыбленню і пашырэнню згаданых ведаў далі неалітычная рэвалюцыя, узнікненне жывёлагадоўлі і земляробства. Неабходна адзначыць таксама грунтоўную ролю медыцыны (патрэб медычнай практыкі, першых спроб яе тэарэтычнай апрацоўкі) ва ўзнікненні і разгортванні біялагічнага пазнання. Гэта датычыць і першабытнай эпохі, і старажытнаўсходніх цывілізацый (ды і далейшага развіцця біялогіі ўвогуле).

Канцэптуальныя асновы для разгортвання біялагічнага пазнання ў эпоху Антычнасці ствараліся ў абсягу філасофскага мыслення. Як указвалася вышэй (1.4.4), філасофія і біялогія ўвогуле цесна звязаны паміж сабой. Да канкрэтных праяў гэтай узаемасувязі належыць той момант, што ў праблемным полі першых натурфіласофскіх праектаў істотным чынам прадстаўлены і пытанні, што датычаць жыцця і жывога. Больш за тое, дадзеныя пытанні і развагі, што выклікаліся імі, мелі грунтоўнае значэнне для распрацоўкі філасофскіх ідэй. Пра гэта яскрава сведчыць, напрыклад, філасофская спадчына Фалеса. Так, яго выснова, згодна з якой першаасновай усяго існага з'яўляецца вада, магла, на думку Арыстоцеля, паўстаць найперш з меркаванняў біялагічнага характару. Як даводзіць Стагірыт, Фалес бачыў, “што ежа ўсіх істот вільготная” і “што насенне ўсяго па прыродзе вільготнае, а аснова прыроды вільготнага – вада” [2, с.71]. Атрыманыя ад Арыстоцеля звесткі пра погляды пачынальніка антычнай філасофіі даюць таксама падставы весці гаворку пра гілазаістычны іх характар: уся рэчіснасць адухатвораная і прасякнутая жыццём. Фалес мог грунтавацца пры гэтым на ўяўленні пра жывую, напоўненую сілай змянення і руху натуру вады як першаэлемента ўсяго існага, у тым ліку і жывых істот.

Праблема ўзнікнення жыцця і жывога займае важнае месца ў творчасці Анаксімандра. Трэба адзначыць, што ў гэтым пытанні ён салідарызаваўся са сваім старэйшым сябрам (як салідарызуецца з ім і шмат хто з сучасных тэарэтыкаў), бо

лічыў, што жыццё паўстала ў вільготным асяроддзі пад уздзеяннем сонечнага цяпла. Першыя жывыя істоты зарадзіліся ў вадзе. Людзі таксама ўзніклі ў вадзе. Паколькі чалавек увогуле адносна доўга пасля нараджэння мае патрэбу ў клопаце і наглядзе, то Анаксімандр меркаваў, што першыя людзі выношваліся рыбамі ці падобнымі да рыб істотамі да таго часу, пакуль яны не былі ў стане самастойна падтрымліваць сваё існаванне на сушы. Тут праглядаюцца ўжо пэўныя элементы *эвалюцыйнага* вучэння (паслядоўнае ўзнікненне ўсё больш складаных істот, што адбываецца пад уздзеяннем натуральных прычын) і запачаткоўваецца, такім чынам, надзвычай важная і плённая традыцыя, што знайшла працяг у сучаснай біялогіі.

Антычныя атамісты растлумачвалі феномен жыцця ў рамках чыста фізічнага падыходу (сёння мы называем яго *фізікалістыкім*). Душа, на думку Дэмакрыта (як і агонь), складаецца са спецыфічных – сферычных і надзвычай хуткіх – атамаў. Яе функцыя – даваць целу цяпло і надаваць яму здольнасць рухацца. Смерць наступае тады, калі душа адасабляецца ад цела, і дадзенае адасабленне доўжыцца пэўны час, гэта не імгненны акт. Працэс дэзынтэграцыі не спыняецца на ім, распадаецца само цела і распадаецца таксама душа, атамы якой рассеюваюцца ў пушце [78, с.117]. Дадзеная канцэпцыя мае відавочна *матэрыялістычны* характар. Яна выступае як гістарычная папярэдніца шырока прадстаўленых у будучым развіцці біялогіі і яе філасофскіх падстаў вучэнняў, прадстаўнікі якіх імкнуліся растлумачыць феномен жывога на аснове ўзаемадзеянняў фізічнага і хімічнага парадку паміж матэрыяльнымі кампанентамі жывых сістэм. Нельга не адзначыць, аднак, што, падкрэсліваючы спецыфіку атамнай структуры душы, Дэмакрыт падкрэслівае разам з тым у пэўнай ступені і спецыфіку жывога. Таму правамерна весці гаворку пра наяўнасць антырэдукцыянісцкага моманту ў яго пазіцыі. Дадзеная тэза мае, зрэшты, моц і ў дачыненні да інтэлектуальных нашчадкаў Дэмакрыта – эпікурэйцаў, “радыкальны матэрыялізм якіх не азначаў, што забывалася рознасць паміж фізічнай (*corpus*) і духоўнай (*anima* і *animus* Лукрэцыя) матэрыяй” [34, т.3, с.290].

Канцэптуальныя асновы супрацьлеглай тэарэтычнай традыцыі, у абсягу якой падкрэслівалася, што грунтоўная адметнасць жывога звязана з дамінаваннем у ім нематэрыяльных, духоўных па сваёй сутнасці сіл, праглядаюцца ў выніках творчых

пошукаў Платона і Арыстоцеля. Значэнне даследаванняў апошняга, аднак, мае ў кантэксце гістарычнага развіцця біялогіі ўніверсальны характар і выходзіць далёка за межы пэўных кірункаў і падыходаў. Як даводзіць К. Кёхі, Арыстоцель выступае як пачынальнік біялагічнай навукі, пачынальнік у падвойным сэнсе: яе падмурак быў закладзены ім, па-першае, праз яго анталагічна-тэарэтычную канцэпцыю, а па-другое, – праз эмпірычную практыку ў розных галінах заалогіі [56, с.29]. Як указвалася вышэй (2.2), біялагічныя даследаванні Арыстоцеля істотна паўплывалі на яго філасофскія пошукі (яго падыход да праблемы развіцця, напрыклад, арыентуецца на сутнасныя характарыстыкі біялагічных працэсаў). У выніку філосаф не толькі па-новаму абгрунтаваў цэнтральныя анталагічныя катэгорыі, але і прапанаваў гістарычна першае тэарэтычнае абгрунтаванне біялогіі [56, с.31].

Існасць живога, на думку Арыстоцеля, звязана з прысутнасцю ў ім душы. Менавіта дзякуючы гэтай прысутнасці яно “актуалізуецца”, гэта значыць пераходзіць з магчымасці ў сапраўднае быццё. Узровень складанасці душы, якая можа спалучаць у сабе тры розныя іпастасі (вегетатыўную, адчувальную і разумную [2, с.397]) і розную іх колькасць (усе тры ўласцівы чалавеку), вызначае, як лічыў філосаф, месца живога ўтварэння, якое валодае ёю, у іерархічным уладкаванні прыроды. На аснове гэтага меркавання ён зрабіў спробу апісання дадзенага ўладкавання. І хоць атрыманая ім схема мела статычны, далёкі ад эвалюцыйнага прынцыпу характар, хоць адпаведная класіфікацыя грунтавалася на крытэрыях, не надта прымальных для будучых пакаленняў біёлагаў, тым не менш гісторыкі навукі ацэньваюць яе як значнае дасягненне, бо ў ёй запчаткоўваецца новы, плённы і важны напрамак тэарэтычных даследаванняў у сферы біялогіі [78, с.149].

Самым істотным чынам паўплываў на далейшае вывучэнне жыцця і живога і задзейнічаны ў арыстоцэлеўскіх біялагічных штудыях *тэлеалагічны прынцып*. У сувязі з гэтым узнікла, аднак, падстава для вострых атак супраць арыстоцэлеўскага падыходу, які з’яўляецца рэалістычным, анталагічным (у ад-розненне ад эўрыстычнага падыходу, прапанаванага ў Новы час, пра што даводзілася вышэй (2.3)). Таму досыць распаўсюджанымі зрабіліся сцверджанні, нібыта распрацаваная Арыстоцелем карціна свету мае татальна тэлеалагічны характар і

біялагічныя працэсы ў яе рамках растлумачваюцца на аснове фінальных прычын (прычын, якія вызначаюцца як мэты), што дазваляе весці гаворку пра віталістычны<sup>53</sup> (ад лац. *vita* – *жыццё*) характар поглядаў філосафа. Пры ўважлівым разглядзе арыстоцэлеўскіх поглядаў, аднак, выяўляецца поўная неправамернасць згаданых папрокаў, бо выкарыстанне Стагірытам тэрміна *τέλος* (мэта) у яго біялагічных даследаваннях звязана з субтыльнымі нюансамі, з тонкімі катэгарыяльнымі адрозненнямі. У поўным сэнсе мэтазгоднай, на яго думку, з’яўляецца толькі арганізацыя паасобных жывых істот. У выпадку ўзаемадачынненняў паміж імі ці прыроды ў цэлым паняцце мэтазгоднасці павінна ўжывацца з істотнымі абмежаваннямі [56, с.32–33]. Але як бы мы ні трактавалі арыстоцэлеўскую тэлеалогію, відавочна, што ў ёй запачаткоўваецца надзвычай важны кірунак біялагічнага і біяфіласофскага аналізу, які і ў сучасных умовах выклікае дыскусіі спецыялістаў [56, с.32].

Што да эмпірычных практык Арыстоцеля пры вывучэнні жывога, то неабходна адзначыць іх грунтоўны, карпатлівы і таму выніковы характар. Увогуле, ён вельмі асцярожна ставіўся да распеваў падарожнікаў (напрыклад, пра дзівосных істот) і даваў толькі назіранням і эксперыментам. Некаторыя з дасягнутых ім эмпірычных вынікаў значна апярэдзілі свой час і знайшлі пацвярджэнне і прызнанне толькі ў XIX ці нават XX ст. [78, с.147–148].

Калі Арыстоцель дасягнуў істотных даследчых поспехаў у галіне *заалогіі*, то працы яго вучня Тэафраста (каля 371–287 г. да н. э.) доўгі час (у эпоху позняй Антычнасці і Сярэднявечча) былі вызначальнымі для развіцця *батанікі*. Гісторыкі навукі адзначаюць таксама чынны ўдзел гэтага філосафа і навукоўца ў стварэнні біялагічнай тэрміналогіі [78, с.152–153].

Што да *анатоміі* і *фізіялогіі*, то да пачатку Новага часу ў іх дамінавалі погляды познеантычнага медыка, біёлага і філосафа Галена (129–210). Гален, аднак, у сваю чаргу, зведаў магутны ўплыў біялогіі Арыстоцеля. Неабходна адзначыць, што ён прыняў тэлеалогію як адзіны падыход, што гарантуе плённае тэарэтычнае і практычнае засваенне рэчаіснасці. Але яго сімпатыі належалі хутчэй платонаўскай версіі гэтага падыходу: Гален аддаваў перавагу тэалагічнай, знешняй мэтазгоднасці прыродных феноменаў (што можа разглядацца як фактар вы-

---

<sup>53</sup> Пра віталізм гл. ніжэй.

спявання сярэднявечнай інтэлектуальнай традыцыі) і таму ўнутраная мэтазгоднасць прыроды, падкрэсленая Арыстоцелем, не задавальняла яго. Антытэлеалагічную пазіцыю атамістаў ён тым больш не мог прыняць – акрамя ўсяго іншага і на той падставе, што дадзеная пазіцыя, як ён лічыў, робіць навуку безабароннай перад знішчальнымі атакамі скептыцызму.

Калі ў згаданым выпадку Гален настойваў на слушнасці тэлеалагічнага пункту гледжання і крытыкаваў супрацьлеглы спосаб светабачання, то ў іншым, запачаткаваным у абсягу александрыйскай медыцыны, інтэлектуальным супрацьстаянні – у дыскусіях паміж так званымі “дагматыкамі” і “эмпірыкамі” – яго пазіцыя вызначалася імкненнем сінтэзаваць крайнія падыходы. Дагматыкі даводзілі пра прыярытэтнае становішча анатамічнай і фізіялагічнай тэорыі ў дачыненні да медычнай практыкі, эмпірыкі ўказвалі на прымат практыкі, вопыту, уважлівага вивучэння сімптомаў хвароб, а Гален, разумеючы грунтоўнае значэнне і таго, і другога, цалкам слушна падкрэсліваў іх узаемасувязь. Усведамленне глыбокай узаемасувязі розуму і вопыту акрэслілася ў яго даследчай і практычнай дзейнасці як яе метадалагічны падмурак: з аднаго боку, ён актыўна практыкуе дысекцыі і вівісекцыі, назіранні і эксперыменты (застаючыся пры гэтым надзвычай паспяховым доктарам), а з іншага – актыўна ўжывае дасягненні логікі пры сістэматызацыі вынікаў сваіх практычна-эмпірычных пазнавальных намаганняў.

Паколькі рымскія законы (прыкладна ад 150 г. н. э.) забаранялі праводзіць дысекцыю людзей, Гален праводзіў яе (як і вівісекцыю) на малпах і свіннях, сістэма органаў якіх вельмі блізкая да людской. Тым не менш стварыць надзейны эмпірычны грунт для тэарэтычных абагульненняў у такіх умовах было немагчыма. Таму нічога дзіўнага няма ў тым, што навуковая супольнасць з цягам часу адмовілася ад большасці канцэптульных палажэнняў Галена. Перыяд іх дамінавання, аднак, вымяраецца стагоддзямі: у галіне анатоміі і фізіялогіі яны былі пераадолены ў эпоху Рэнесансу і ранняга Новага часу, а ў галіне медыцыны (гумаральная тэорыя хвароб, гэта значыць тэорыя, што звязвае здаровы ці хворы стан чалавека з балансам ці дысбалансам наяўных у яго целе вадкасцей, якія, у сваю чаргу, звязаны з пэўнымі тыпамі тэмпераменту) – увогуле толькі ў XIX ст.

*Біялагічнае мысленне Сярэднявечча, аднак, знаходзілася яшчэ пад моцным уплывам Арыстоцеля і Галена, прычым гэты ўплыў адчула і ўсходняя, і заходняя навука. І на Усходзе, і на Захадзе сярэднявечныя тэарэтыкі бачылі жывую прыроду (як, зрэшты, і нежывую) іерархічна ўладкаванай і строга падпарадкаванай мэце, прадвызначанай творчай воляй Бога. Разам з тым трэба адзначыць, што ў тэорыях, распрацаваных усходнімі біёлагамі ў перыяд, які называецца “залатым векам ісламскай навукі” (VIII–XIII стст.), праглядаюцца ідэі, што выступаюць як грунтоўныя ў біялогіі сучаснага тыпу, – ідэя эвалюцыі жывой прыроды, тэза пра наяўныя ў ёй селектыўныя механізмы – механізмы натуральнага і штучнага адбору і да т.п.*

*Поўнамаштабныя рэвалюцыйныя пераўтварэнні біялагічнага мыслення пачынаюцца, аднак, у эпоху Рэнэсансу на заходнім культурным абшары. Хоць і нельга сцвярджаць, што біялагічны кірунак меў прыярытэтнае значэнне ў рамках Вялікай навуковай рэвалюцыі (прыярытэтнае месца займала ў ёй механіка, “нябесная” і “зямная”), тым не менш духоўная атмасфера дадзенай эпохі – атмасфера пошуку, запытвання, творчасці, а таксама характэрная для яе засяроджанасць духоўнага жыцця на чалавеку – стварыла спрыяльныя ўмовы для таго, каб распачаўся працэс кардынальнай перабудовы біялагічных ведаў. Сутнасць гэтай перабудовы – у пераарыентацыі пазнавальнай дзейнасці з адцягненых разваг, грунтам для якіх служылі светапоглядныя догмы і сведчанні высокіх аўтарытэтаў, на назіранні і эксперыменты, на самы строгі іх улік пры распрацоўцы біялагічных тэорый. Дадзеная пераарыентацыя запачаткоўваецца і замацоўваецца ва ўмовах плённага ўзаемадзеяння біялогіі з іншымі навукамі, а таксама пазанавуковымі духоўнымі формамі – і ў першую чаргу з мастацтвам.*

*У гэтым плане неабходна вылучыць найперш рэнэсансавыя выяўленчае мастацтва, прадстаўнікі якога грунтоўна вывучалі знешні выгляд і ўнутраную будову жывых істот (пры гэтым яны нярэдка непасрэдна супрацоўнічалі з навукоўцамі). Такая сітуацыя, улічваючы рэалістычны характар іх эстэтычных поглядаў, выглядае натуральнай: каб дакладна адлюстроўваць у сваіх творах жывое, патрэбна ведаць яго. У выніку і даследчая праца, і творы Л. да Вінчы, А. Дзюрэра, С. Батычэлі, а таксама іншых дзеячаў рэнэсансавога мастацтва істотным чынам паспрыялі рэвалюцыйнай перабудове біялогіі (як і навукі ў цэлым).*

Увогуле супрацоўніцтва мастакоў і біёлагаў у эпоху Адраджэння мела ґрунтоўны, рэгулярны і плённы характар. Не ў апошнюю чаргу гэтаму паспрыяла вынаходства і пашырэнне кнігадрукавання. Нярэдка кніжкі, у якіх фіксаваліся вынікі біялагічных даследаванняў, былі багата ілюстраванымі, што, безумоўна, патрабавала жывых, інтэнсіўных кантактаў паміж біёлагамі і мастакамі (у рэшце рэшт адпаведныя ілюстрацыі мусілі адпавядаць і крытэрыю навуковасці, і эстэтычным крытэрыям).

Што да ўзаемадзеяння навукі пра жывое і іншых сфер навуковага пазнання, якое мела месца ў дадзеную эпоху, то яно згадвалася і ў пэўнай ступені аналізавалася намі пры разглядзе светапоглядных і навуковых пошукаў Парацэльса і іх значэння для развіцця хімічных ведаў. Як было пры гэтым адзначана, Парацэльс бачыў сябе рэвалюцыянерам і рэфарматарам у навучы. Яго філасофская і навуковая пазіцыя мела яскравы антысхаластычны характар: ён заклікаў навукоўцаў зыходзіць не з кніжных аўтарытэтаў, а з самога жыцця, з фактаў, атрыманых на аснове назіранняў і эксперыментаў. Дадзеную пазіцыю ён адстойваў з каласальнай энергіяй, адкрыта выступаў супраць Арыстоцеля і Галена, звяртаючыся часам да такіх акцый, як спальванне кніжак прызнаных навуковых аўтарытэтаў.

Як было паказана вышэй, Парацэльс імкнуўся ўсталяваць медыцыну на новым – хімічным – падмурку, заклікаючы дактароў да ґрунтоўнага вывучэння хіміі і падмацоўваючы згаданыя заклікі ўласным прыкладам. Ім была зроблена спроба пераадолець гумаральную тэорыю хвароб, кожная з якіх мае, як ён лічыў, спецыфічны характар. Істотнае значэнне могуць мець пры гэтым знешнія фактары (звычайныя мінералы ці “астральныя яды”, што перадаюцца праз паветра). Зыходным пунктам яго медыцынскай практыкі было перакананне ў існаванні строгай адпаведнасці паміж хваробай і сродкамі супраць яе. Цяжка сказаць, аднак, ці была згаданая практыка надта паспяховай.

Калі Парацэльс быў перапоўнены рэвалюцыйнай энергіяй і самасвядомасцю навуковага рэфарматара, то ў фламандскага медыка і анатама А.Везалія (1514–1564) адчуваўся хутчэй яе недахоп. Ён з сапраўдным піетэтам ставіўся да антычнай традыцыі, што ў яго выпадку таксама не спрыяла давадзенню да лагічнага завяршэння рэвалюцыйных па сваёй сутнасці праектаў і навацый у галіне біялагічнага пазнання (так лічаць,

прынамсі, некаторыя гісторыкі навукі [24, с.182]). Пры ўсёй сваёй павазе да антычнай інтэлектуальнай спадчыны, аднак, Везалій зыходзіў у сваіх даследаваннях з неабходнасці грунтаваць анатамічныя высновы і практыку лячэння перш за ўсё на дысекцыях. Ён у найвышэйшай ступені паслядоўна ажыццяўляў дадзеныя прынцып, выкарыстоўваў кожную магчымасць для іх правядзення і ў выніку высветліў, што галенаўская анатомія шмат у чым недакладная. Везалій публічна заявіў пра гэта (у 1539 г.) і абавязаўся сістэматычна выкласці вынікі сваіх даследаванняў. Ён стрымаў слова і напісаў грунтоўную, глыбокую працу (“De humani corpori fabrica libri septem” – “Пра будову чалавечага цела: у сямі кніжках”), што належыць да найлепшых навуковых твораў у гісторыі чалавецтва.

Выход у свет дадзенай кніжкі зрабіўся падзеяй. Пададзеныя ў ёй высновы выклікалі хвалю вострай крытыкі з боку прыхільнікаў традыцыйных поглядаў. Менавіта ў гэты важны і адказны момант, аднак, Везалій вырашыў заняцца практычнай медыцынай і фактычна адышоў ад актыўнай навукова-даследчай дзейнасці. “Для навукі гэта была вялікая страта” [78, с.402], гэтаксама як і для яго самога: ён спыніўся на паўдарозе, праверка і пераадоленне галенаўскіх догмаў не былі завершаны (усё яшчэ мела моц распрацаваная Галенам тэорыя кровазвароту).

Тым не менш пачатак перабудовы біялагічнага пазнання быў зроблены, традыцыйныя ўяўленні перасталі ўспрымацца як штосьці святое. Не толькі ў анатоміі, але і на іншых кірунках біялагічных даследаванняў – найперш у рэнесансавай батаніцы – вялалася інтэнсіўная падрыхтоўка біялогіі сучаснага тыпу. Гэта яскрава выяўлялася ў падыходах да шматлікіх канкрэтных пытанняў (датычных, напрыклад, “марфалогіі, прыроды жывога рэчыва, абмену рэчываў, сілкавання і фарміравання раслін” [46, т.5, с.99]), але найперш у характэрным для рэнесансавай эпохі бачанні мэт і метаду даследчай дзейнасці.

У адрозненне ад мэт і метадалогіі біялагічнага пазнання выпрацаваная Арыстоцелем канцэптуальная аснова даследавання жыцця і жывога заставалася ў эпоху Адраджэння прадметам навуковага кансэнсусу і ў асноўным не выступала як прадмет запытання, аналізу і пошуку. Сітуацыя кардынальна змянілася ў XVII ст. Прыярытэтнае становішча механікі ў нованароджанай навуцы сучаснага тыпу, амаль усеагульнае прызнанне яе

ўзорнага статусу ў навуковым пазнанні падштурхоўвалі тэарэтыкаў біялогіі да распрацоўкі пагрунтаванага на *механістычных прынцыпах разумення існасці жыцця*.

Асноўнае месца ў спробах задзейнічаць такога кшталту пераарыентацыю біялагічнага пазнання належыць ідэям Р. Дэкарта. Картэзіянская філасофія мае дуалістычны характар: духоўная рэчаіснасць адасабляецца ў ёй ад рэчаіснасці матэрыяльнай. У згодзе з гэтым і цела чалавека (ці жывёлы) павінна разглядацца ў яго адасобленасці ад душы. У механістычнай версіі тэарэтычнага бачання жыцця губляецца, такім чынам, іх арганічная сувязь (пра якую даводзіў Арыстоцель) і адкрываецца шлях да разумення чалавечага ці жывёльнага арганізма як машыны, як механічнага прыстасавання. Іх рознасць выглядае ў рамках дадзенай канцэпцыі непрынцыповай: яны адрозніваюцца паміж сабой толькі ступенню сваёй складанасці.

Картэзіянскі – механістычны і тэхнаморфны – падыход да жывога знайшоў значны водгук сярод біёлагаў (асабліва сярод фізіёлагаў). Пасля завяршэння распрацоўкі тэарэтычных асноў класічнай механікі І.Ньютанам механістычнае бачанне жыцця ўвогуле пачало дамінаваць у біялагічным пазнанні. Яго прыхільнікі разглядалі сілу прыцягнення як грунтоўную для ўсіх прыродных працэсаў і меркавалі, што на яе аснове можна адэкватна апісаць разнастайныя прыродныя феномены, у тым ліку і жывыя. Як даводзіць Д.Лекур, яны імкнуліся “растлумачыць істотныя рысы жывога – арганізацыю, развіццё, рэпрадуктаванне і спадчыннасць – зыходзячы з аналагічнай (у дачыненні да гравітацыйных узаемадзеянняў. – А.Б.) структуры жывой матэрыі: “арганічных малекул”, жывых часцінак, змадэляваных паводле “атамаў” і звязаных ньютанаўскімі сіламі” [26, с.987].

Дадзены падыход знайшоў яскравае ўвасабленне ў канкрэтнай навукавай тэорыі, якую гісторыкі навукі ацэньваюць надзвычай высока, не сумняваючыся ў яе рэвалюцыйным характары. Гаворка ідзе пра распрацаваную ў пачатку XVII ст. англійскім навукоўцам У. Гарвеем (1578–1657) *тэорыю кровазвароту*. Акрамя таго, што дадзеная тэорыя грунтавалася на інтэнсіўнай эмпірычнай працы, на працяглай серыі назіранняў, яна распрацоўвалася таксама пры актыўным і дзейным ужыванні колькасных метадаў, дакладных вымярэнняў [78, с.531]. Яна знаходзілася, такім чынам, цалкам і поўнасцю ў рэчышчы

тых пераўтварэнняў, што адбываліся на той час у навуцы ўвогуле. (Таму ацэнка гэтай тэорыі як рэвалюцыйнай падаецца правамернай і адэкватнай: ёсць усе падставы сцвярджаць, што праз даследаванні У. Гарвея Вялікая навуковая рэвалюцыя ўвайшла ў біялогію. У выніку яна спарадзіла, аднак, толькі лакальную перабудову біялагічнага пазнання. Для маштабных пераўтварэнняў умовы тут на дадзены момант яшчэ не выспелі.)

Тым не менш перавага механістычнай канцэпцыі ў структуры асноў біялагічнага пазнання ў гэты час не была і не магла быць абсалютнай. Складанасць жыцця і яго праяў супраціўлялася іх тэарэтычнай “механізацыі”. Так, на грунце механістычнага прынцыпу нельга было слухна растлумачыць узаемасувязь душы і цела, а таксама спасцігнуць нараджэнне, развіццё і размнажэнне арганізмаў [46, т.5, с.100]. Таму ў гэты час былі запатрабаваны і натурфіласофскія канцэпцыі, якія грунтаваліся на ўяўленні пра спецыфічны характар жыцця.

У рэчышчы такога – антымеханістычнага – біялагічнага мыслення на працягу XVIII ст. з’явіліся тэорыі, у якіх пастулявалася наяўнасць адмысловай, нязводнай да матэрыяльных феноменаў “жыццёвай сілы”, што ўяўляе сабой метафізічную падставу і існасць жыцця. Падобнага кшталту канцэпцыі атрымалі назву *віталісцкіх*, якая затым была распаўсюджана на ўсе і ўсякія тэорыі, якія так або інакш адыходзілі ад механіцызму і фізікалізму ў тлумачэнні біялагічных з’яў. Барацьба віталізму і фізікалізму не спыхала практычна на працягу ўсёй гісторыі сучаснага біялагічнага мыслення, пакуль – у другой палове XX ст. – не завяршылася перамогай фізікалісцкага падыходу (праўда, як будзе падкрэслена ніжэй (4.11), часам выказваецца меркаванне, што іх змаганне не закончылася і што ў сучаснай навуцы выпяваюць перадумовы для сапраўднага пераадолення іх супрацьстаяння).

Дыскусіі паміж прыхільнікамі механістычнай і антымеханістычнай біялагічных канцэпцый дапаўняліся ў гэты час гарачым абмеркаваннем сутнасці і характару развіцця арганізмаў. У яго рамках таксама паўсталі два альтэрнатыўныя падыходы: *прэфармізм* (ад лац. *prae* – да, *perad* і *formatio* – утварэнне) і *эпігенетызм* (ад старажытнагр. *epi* – пасля, *genesis* – узнікненне). Прэфармісты сцвярджалі, што ў сперму ці яйцаклеткі ўлучаны характэрныя рысы і структура будучых арганізмаў і

што з узнікненнем зародка робіцца наяўным у мінімізаваных памерах увесь арганізм [46, т.7, с.1233]. Прадстаўнікі эпигенетычных поглядаў даводзілі, што структураванне і развіццё арганізма ніякім чынам не прадвызначана, што яго форма не знаходзіцца адпачаткова ў эмбрыёне, а паўстае як новае ўтварэнне ў працэсе яго развіцця [46, т.2, с.580]. Аналізуючы адпаведныя дыскусіі і іх гістарычныя перспектывы, тэарэтыкі сучаснага навуказнаўства адзначаюць, што “хоць, пачынаючы з позняга XVIII ст., перамог эпигенетычны пункт гледжання, які вызнае ў якасці перадумовы сапраўднае развіццё, на наступных стадыях гісторыі біялогіі, аднак, зноў і зноў выяўляецца падобны антаганізм” [34, т.1, с.952]. Такім чынам, дыскусіі паміж прыхільнікамі прэфармізму і эпигенетызму ўзбагацілі біялагічнае мысленне (ды і для філасофскай рэфлексіі яны не прайшлі бяследна [46, т.2, с.580–581]).

Уздзеянне фізікі на біялогію выявілася ў гэты час і ў тым плане, што яна істотна паспрыяла ўзбагачэнню тэхнічнага інструментарыю біялагічнага пазнання, узброіўшы яе мікраскопам. Дзякуючы мікраскапічным даследаванням быў адкрыты невядомы раней сегмент жывой прыроды. У працэсе згаданых даследаванняў паўстала надзвычай важнае ў сучасным даследчым кантэксце паняцце *клеткі*. Упершыню яно было ўжыта англійскім навукоўцам Р. Гукам (1635–1703). Аднак асаблівых поспехаў у мікраскапічным даследаванні жывога дасягнуў у гэты час галандскі натураліст А. ван Левенгук (1632–1723). Ён здолеў удаканаліць досыць просты мікраскоп да такога ўзроўню, які дазволіў яму правесці надзвычай плённыя назіранні адкрытых ім аднаклетачных істот і клетак жывых арганізмаў увогуле.

Патрэба ў *класіфікацыі жывых істот* адчувалася ў біялогіі ад часоў Арыстоцеля, і ад часоў Арыстоцеля рабіліся спробы яе задавальнення. У XVII і XVIII стст. гэты тып біялагічных даследаванняў набывае асаблівую актуальнасць і значэнне, бо наяўны эмпірычны матэрыял узбагаціўся і пашырыўся дзякуючы інтэнсіўным назіранням, якім спрыяў дух новай навукі, што народжвалася ў гэты час. Вяршыняй адпаведных намаганняў у дадзеную эпоху з’яўляюцца пошукі і знаходкі знакамітага шведскага навукоўца К. Лінея (1707–1778). Вылучыўшы спосаб размнажэння як аснову ўпарадкавання арганізмаў, ён размеркаваў іх па царствах, класах, атрадах, родах і відах.

Ліней быў перакананы, што ў выніку ён не проста здолеў “распрацаваць зручны спосаб класіфікацыі, але выявіў сам парадак прыроды, патаемныя планы Творцы” [26, с.990]. Віды жывых істот трактаваліся ім пры гэтым як нязменныя, адкуль вынікала дыскрэтная, “атамістычная” карціна жывога, якая стасавалася з біблейскім расповедам пра стварэнне свету.

Першым, хто кінуў выклік згаданаму падыходу, быў выбітны французскі натураліст Ж.Бюфон (1707–1788). Ён «адстойваў “кантынуісцкую” канцэпцыю прыроды», у якой адмаўляліся неадольныя межы паміж біялагічнымі відамі [26, с.990]. У гэтай пазіцыі адчуваліся ўжо эвалюцыянісцкія матывы, як адчуваліся яны і ў творах англійскага натураліста, медыка і паэта Э. Дарвіна<sup>54</sup> (1731–1802). Э.Дарвін зыходзіў з таго, што магчымасці жывых істот знаходзяцца ў функцыянальнай залежнасці ад іх структурнай арганізацыі, звязанай, у сваю чаргу, з навакольным асяроддзем. Праз змяненне асяроддзя змяняецца і іх структура. Структурныя змены такога кшталту, як лічыў навуковец, перадаюцца наступнаму пакаленню жывых істот [78, с.546–547].

Як і Э. Дарвін, Ж.-Б. Ламарк (1744–1829), які стварыў *першую выразна артыкуляваную тэорыю эвалюцыі*, лічыў, што трансфармацыя арганізмаў адбываецца праз уплыў на іх знешняга асяроддзя. Жывыя істоты імкнуцца адаптавацца да яго і да змен, што маюць месца ў ім. У працэсе дадзенай адаптацыі іх органы трансфармуюцца – праз іх актыўнае, прадвызначанае наяўнымі ўмовам і ўжыванне або, наадварот, зноў-такі абумоўленае характарам асяроддзя ўстрыманне ад іх выкарыстання. Гэтыя трансфармацыі, на думку Ламарка (як і на думку Э. Дарвіна), наследуюцца наступнымі пакаленнямі, выяўляючыся з кожным разам усё больш яскрава. Праз пэўны час згаданае выяўленне дасягае такой ступені, якая дазваляе весці гаворку пра новы від. Эвалюцыйны працэс тлумачыцца тут перадачай у спадчыну набытых прыкмет.

Увогуле, *ламаркізм* выступае як лагічнае завяршэнне эвалюцыянісцкіх тэндэнцый, што назіраліся ў біялагічным пазнанні другой паловы XVIII ст. Грунтам для іх узнікнення былі згаданыя крыху вышэй спробы выявіць (у форме класіфікацый) унутраную арганізацыю, “прасторавы парадак” жывога, у рамках якога з цягам часу ўсё больш выразна выяўлялася

---

<sup>54</sup>Гаворка ідзе пра дзеда Ч. Дарвіна.

істотная блізкасць пэўных сегментаў. Гэта выклікала ў навукоўцаў сумненні ў фіксаваным характары біялагічных відаў, і дыскрэтны прасторавы парадак пачаў перарастаць у бесперапынны часавы [34, т.1, с.952].

Неабходна адзначыць, што адносна месца, ролі і значэння ламаркізму ў працэсе ўсталявання ў біялагічнай навуцы эвалюцыйных ідэй выказваюцца розныя меркаванні. У гэтай сувязі некаторыя тэарэтыкі навуказнаўства і гісторыкі навукі з жалем канстатуюць, што “адмысловай заслуге ламаркісцкай тэорыі, якая задоўга да Дарвіна канстэтавала скачкападобнае развіццё, сёння не надаецца належная ўвага” [34, т.1, с.952]. І пра гэта сапраўды варта пашкадаваць, бо “з пункту гледжання эвалюцыянізму Ламарк меў вялікае значэнне” [78, с.548]. Ламаркісцкая тэорыя эвалюцыі рыхтавала глебу для новага, значна лепш абгрунтаванага і таму паспяховага тэарэтычнага праекта, яна прабівала дарогу для яго. У такой сітуацыі (тым больш у дачыненні да такой няпростай ва ўсіх адносінах праблематыкі) моцны непасрэдны ўплыў на мысленне навукоўцаў і на настрой думак дылетантаў (гэта значыць поспех і папулярнасць) быў наўрад ці магчымы<sup>55</sup>.

Біёлаг, чый уплыў, мяркуючы па ўсім, быў найбольш моцным напрыканцы XVIII ст. і ў першыя дзесяцігоддзі XIX, – гэта Ж. Кюве (1769–1832), пачынальнік параўнальнай анатоміі і палеанталогіі. (Яго аўтарытэт, уплыў і рэпутацыя адлюстраваліся ў яго мянушцы – “дыктатар натуральнай гісторыі” [78, с.549]. Аналізуючы рэшткі жывёл, якія жылі ў мінулым, ён прыйшоў да высновы пра іх прынцыповае непадабенства да сучасных жывых істот. Як найбольш натуральнае тлумачэнне дадзенага факта напрошваўся эвалюцыйны прынцып. Тым не менш Кюве, які быў перакананым прыхільнікам ідэі нязменнасці біялагічных відаў, аддаў перавагу іншаму падыходу. На яго думку, гісторыя Зямлі зведала шэраг катастроф, кожная з якіх выклікала знікненне шмат якіх жывых істот і ўсталёўвала панаванне на планеце новых арганізмаў. Мяркуючы па ўсім, ён схіляўся да думкі, што рэзервуар арганічных формаў, створаны адпачаткова Богам, быў настолькі багаты і разнастайны, што не мог быць знішчаны згаданымі катастрофамі [26, с.138]. Так ім вытлумачваўся факт бесперапыннасці жыцця на Зямлі (які ў дадзеных умовах найперш патрабаваў тлумачэння).

<sup>55</sup>І творчы, і жыццёвы шлях Ламарка быў адзначаны пячаткай трагізму [78, с.547].

Знакамітым англійскім геалагам Ч. Лаелам (1797–1875), які моцна паўплываў на Ч. Дарвіна, быў кінуты выклік тэорыі катастроф [59, с.14]. Лаел меркаваў, што развіццё і ў арганічным, і ў неарганічным свеце мае паступовы, рэгулярны і сталы характар. У выніку гэтай барацьбы ідэй шмат хто з навукоўцаў зрабіў выснову пра глыбокую ўзаемасувязь эвалюцыянізму і ідэі паступовага характару рэальнага развіцця, з аднаго боку, і адмаўлення зменлівасці біялагічных відаў і катастрафізму, з іншага (хоць у сучасных умовах ставіцца пытанне пра абгрунтаванасць згаданых карэляцый і супрацьпастаўленняў: як і ў шматлікіх іншых падобных выпадках адчуваецца патрэба навуковага сінтэзу) [26, с.138]. Дадзены момант меў істотнае значэнне падчас дарвінаўскай рэвалюцыі ў біялогіі, перадумовы якой няўхільна выпявалі ў гэты час.

Такім чынам, першапачатковыя біялагічныя веды выпрацаваны чалавецтвам ужо ў першабытную эпоху і былі цесна звязаны з наяўнымі ў той час вытворчымі і медычнымі практыкамі. Канцэптуальныя асновы для разгортвання біялагічнага пазнання ў антычную эпоху ствараліся ў абсягу філасофскага мыслення. Найважнейшае значэнне і ў кантэксце стварэння згаданых асноў, і ў плане разгортвання эмпірычных даследчых практык у біялогіі мае творчасць Арыстоцеля, так што яго можна з поўным правам лічыць пачынальнікам біялагічнай навукі. Для арыстоцелеўскага бачання жыцця і жывога характэрны тэлеалагічны прынцып. Гэта азначае, што філосаф разглядаў адпаведныя працэсы ў кантэксце іх мэтазгоднасці. Тэлеалагічны падыход панаваў і ў сярэднявечнай біялогіі. Сярэднявечныя тэарэтыкі бачылі прыроду (і жывую, і нежывую) іерархічна ўладкаванай і строга падпарадкаванай мэце, прадвызначанай творчай воляй Бога. Поўнамаштабныя рэвалюцыйныя пераўтварэнні біялагічнага мыслення пачынаюцца ў эпоху Рэнесансу. Найбольш яскрава яны выявіліся на метадалагічным яго кірунку, у бачанні мэт і метадаў біялагічных даследаванняў. У XVII ст. увага філосафаў і навукоўцаў засяроджваецца на канцэптуальных праблемах вывучэння жыцця і жывога. У сувязі з “механізацыяй” карціны свету ў прыродазнаўстве Новага часу механістычны падыход паўстаў і ў біялогіі. Сваё навуковае ўвасабленне ён знайшоў у распрацаванай У. Гарвеем тэорыі кровазвароту. Механіцызму супрацьстаялі ў гэты час віталісцкія тэорыі. У іх пастулявалася наяўнасць

адмысловай, нязводнай да матэрыяльных феноменаў “жыццёвай сілы”, якая ўяўляе сабой метафізічную падставу і існасць жыцця. Вострыя дыскусіі разгарэліся ў пачатку Новага часу таксама вакол пытанняў пра сутнасць і характар развіцця арганізмаў. Яны істотна ўзбагацілі біялагічнае мысленне. Важныя вынікі былі дасягнуты ў гэты час таксама ў вывучэнні мікраскапічнага ўзроўню жыцця, на таксанамічным кірунку біялагічных даследаванняў і ў распрацоўцы эвалюцыйных уяўленняў.

### Пытанні і заданні

1. Паспрабуйце выявіць узаемасувязі, карэляцыі, падабенства і адрозненні паміж працэсамі станаўлення фізікі, хіміі і біялогіі сучаснага тыпу.

2. Ці існуе, на ваш погляд, пэўная карэляцыя паміж механіцызмам і віталізмам, з аднаго боку, і прэфарматызмам і эпигенетызмам, з другога? Калі так, дык наколькі жорстка яна зададзена і якім чынам выяўляецца?

3. Якое значэнне, на вашу думку, мае ў рэтраспектыўным кантэксце дыскусій паміж прыхільнікамі прэфармісцкіх і эпигенетычных поглядаў тэорыя эвалюцыі Ч.Дарвіна? Сучасная генетыка?

4. Наколькі правамерная, на ваш погляд, ацэнка эвалюцыйнага падыходу Ламарка, згодна з якой у яго рамках сістэма фіксаваных відаў толькі прыводзіцца ў рух, а сама ідэя, што абгрунтоўвае існаванне згаданай сістэмы, застаецца непераадоленай?

5. Ламарк лічыў, што адаптацыйныя паводзіны жывых істот грунтуюцца на ўласцівым ім імкненні да дасканаласці. Дадзены момант ламаркісцкай канцэпцыі не знайшоў водгуку ў далейшым развіцці біялогіі, у тым ліку і ў неаламаркісцкіх тэарэтычных праектах. Як вы лічыце, чаму?

### 3. КЛАСІЧНАЕ ПРЫРОДАЗНАЎСТВА

#### 3.1. Агульная характарыстыка класічнага прыродазнаўства

Выраз “навука сучаснага тыпу”, які неаднаразова ўжываўся ў дадзеным навукова-метадычным дапаможніку, абазначае тут навуку XVII–XXI стст. Яе галоўная мэта – выяўленне іманентных рэчаіснасці прычынна-выніковых сувязей. Сродкамі для дасягнення дадзенай мэты ў яе абсягу з’яўляюцца эксперыменты, назіранні, тэарэтычныя абагульненні, матэматычныя гіпотэзы. Асобае месца ў метадалагічным арсенале навукі сучаснага тыпу належыць матэматычным, колькасным метадам, так што ступень авалодання гэтымі метадамі фігуруе ў ёй як крытэрыў узроўню развіцця той ці іншай навуковай дысцыпліны. Грунтоўнай яе характарыстыкай з’яўляецца таксама істотная, непарыўная сувязь з практыкай, якая паглыблялася з кожным крокам наперад у яе развіцці.

Першы этап гістарычнай эвалюцыі навуковага пазнання сучаснага тыпу доўжыўся ад XVII да мяжы XIX і XX стст. Навуцы гэтага часу дадаецца, як правіла, эпітэт “класічная”. У класічным прыродазнаўстве прыярытэтнае становішча належала механіцы і звязанаму з ёй механічнаму светабачанню: менавіта механіка задавала ўласцівыя яму кагнітыўныя стандарты. Як указвалася вышэй (1.7), дамінаванне механіцызму мела свае культурныя перадумовы і са свайго боку ўплывала на культурныя працэсы, абумоўліваючы ўзнікненне адпаведных яму тэндэнцый і разам з тым выклікаючы да жыцця інтэнсіўны пошук сваіх альтэрнатыв.

Сярод істотных характарыстык класічнага прыродазнаўства неабходна вылучыць найперш той момант, што яно адцягвалася ад уплыву суб’екта навуковага пазнання на аб’ект. Яго кагнітыўнаму ідэалу адпавядалі апісанне і тлумачэнне “аб’екта ў ім самім без указання на сродкі яго даследавання” [85, с.706]. Гэты “рэалістычны” аспект класічнай навукі, аднак, можа разглядацца як ідэалізацыя пры параўнанні яе з навукай сучаснай, для якой характэрны “патрабаванне выразнай фіксацыі ўзаема-

дзеяння аб'екта са сродкамі назірання і ўлік асаблівасцей сродкаў назірання пры апісанні аб'екта" [85, с.706].

Спецыфіка класічнага прыродазнаўства ў дачыненні да сучаснай навукі (таксама як і ў дачыненні да папярэдніх формаў навуковага пазнання) выразна выяўляецца таксама ва ўласцівай яму канцэпцыі строгай, адназначнай прычыннасці. Фактычнай яе асновай з'яўляецца механіка, дынаміка, яе грунтоўнае ўяўленне пра сілу [26, с.149]. Прычына і вынік выступаюць тут як выразна акрэсленыя, знешнія адзін да аднаго феномены. Іх сувязь таксама мае выразны, відавочны характар, яна можа быць проста і лёгка адноўленая эксперыментальным шляхам. Акрамя таго, каўзальнае дачыненне выяўляе фундаментальны колькасны аспект і таму перадаецца праз функцыянальную матэматычную залежнасць (хоць і не губляецца ў ёй).

Такім чынам, класічнае прыродазнаўства з'яўляецца гістарычна першай формай прыродазнаўчых ведаў сучаснага тыпу. Яго храналагічныя межы – XVII – канец XIX ст. У якасці навукі-лідара ў ім выступае фізіка і найперш – механіка. Класічнае прыродазнаўства характарызуецца строгім аб'ектывізмам, яно адцягвалася ад уплыву суб'екта навуковага пазнання на яго аб'ект. Істотнымі яго характарыстыкамі з'яўляюцца таксама дэтэрміністычнае светабачанне, разгляд прыродных з'яў і працэсаў у кантэксце строгіх, адназначных прычынна-выніковых сувязей.

### Пытанні і заданні

1. Паспрабуйце выявіць агульнакультурныя падставы і агульнакультурнае значэнне асноўных характарыстык класічнага прыродазнаўства.
2. Якое месца, на вашу думку, класічнае прыродазнаўства займае ў светабачанні сучаснага чалавека?
3. Якія праблемы, на ваш погляд, характэрныя для класічнага прыродазнаўства інтэрпрэтацыя прынцыпу дэтэрмінізму найперш паставіла перад філасофіяй?

## 3.2. Класічная механіка і яе гістарычнае значэнне

Першы кагнітыўны феномен, у якім поўна і арганічна ўвабляецца прыродазнаўства сучаснага тыпу, – гэта абгрунтаваная І. Ньютанам *тэарэтычная механіка*. І зусім не выпада-

кова ёй надаецца звычайна эпітэт “класічная”: дзякуючы намаганням вялікага англійскага фізіка і яго наступнікаў яна атрымала ўзорна распрацаваную форму. Таму дадзеная навуковая канструкцыя была і застаецца эфектыўным інструментам для рашэння тэарэтычных і ўжытковых задач, звязаных з *рухам макрааб’ектаў* (аб’ектаў, што належаць да нашага звыклага, зямнога свету).

Як падкрэслівалася вышэй (2.2; 2.3), *класічная механіка выступае як канцэптуальна-метадалагічны і навукова-тэарэтычны сінтэз дасягненняў даньютанаўскай фізікі*. Гэта зусім не азначае, аднак, што яна паўстала выключна на грунце развіцця навукі і навуковай метадалогіі. На яе ўзнікненне і развіццё паўплывалі, безумоўна, разнастайныя культурныя фактары. Пра гэта яскрава сведчыць шырокая палітра духоўных пошукаў Ньютана, у якіх істотнае месца належала тэалагічным даследаванням і алхімічным практыкам. Х.Флорэс Коген лічыць, што сінтэз задзейнічаных у гэты час у рэвалюцыйных пераўтварэннях навуковага пазнання метадалагічных праграм быў дасягнуты вялікім англійскім фізікам праз пераадкрыццё “славутай – герметычнай у агульным і цэлым – канцэпцыі дзейных ва ўсёй прыродзе сіл”. Праўда, працягвае гісторык, ён пазбавіў іх спірытычна-магічных рыс і “нястомна імкнуўся іх матэматызаваць” [58, с.92].

Увогуле ў творчасці Ньютана надзвычай яскрава выяўляецца згаданы вышэй (гл.2.2) “рэзананс” навуковага і тэалагічнага дыскурсаў, што назіраўся падчас узнікнення навукі сучаснага тыпу. Ньютан прытрымліваўся дэістычных перакананняў, згодна з якімі Бог стварыў Сусвет дасканалым і толькі раз-пораз умешваецца ў працэсы, што адбываюцца ў ім, каб скарэктаваць і нейтралізаваць выпадковыя адхіленні ад адпачаткова зададзенага парадку. Дэістычны светапогляд спалучаўся ў яго, аднак, са строгай навуковай метадалогіяй, з імкненнем да дакладнага матэматычнага аналізу здабытага эксперыментальным шляхам матэрыялу. Пры гэтым Ньютан быў перакананы, што вынікі згаданага аналізу і атрыманага на яго аснове тлумачэння прыродных з’яў павінны выпрабоўвацца на новых эксперыментах і карэкціравацца пры негатыўным зыходзе адпаведных выпрабаванняў. Да гіпатэтычных канструкцый, што не дапускаюць эмпірычнай праверкі, ён ставіўся ў найвышэйшай сту-

пені адмоўна (“hipotheses non fingo”<sup>56</sup> – такім прынцыпам кіраваўся ён у сваёй даследчай дзейнасці). Усё, што выходзіла за межы дадзенай метадалагічнай схемы, адсоўвалася на перыферыю пошукаў і даследаванняў геніяльнага фізіка ў навуковай сферы (якой згаданыя пошукі, як вядома, не абмяжоўваліся). Такім чынам, у яго пазіцыі артыкулюецца грунтоўная сувязь выбудаванай матэматычным, дэдуктыўным спосабам тэорыі з вопытам, з эксперыментамі і назіраннямі.

Упершыню асновы класічнай механікі былі выкладзены поўна і сістэматычна (матэматычным, дэдуктыўным спосабам, як указвалася вышэй) у знакамітай кніжцы Ньютана “Матэматычныя пачаткі натуральнай філасофіі”, якая выйшла ў свет у 1687 г. Пададзеная ў ёй тэорыя не была вольная ад дэістычных уплываў, якія выявіліся найперш у найгрунтоўнейшых яе палажэннях – палажэннях пра прастору і час. Ньютан зыходзіў з існавання абсалютнай (сапраўднай) і адноснай прасторы, абсалютнага (сапраўднага) і адноснага часу (у сувязі з гэтым ён адрозніваў таксама абсалютны і адносны рух).

Абсалютную прастору ён лічыў бясконцай, гамагеннай, ізатропнай і нерухомай. Яна змяшчае ў сабе фізічныя аб’екты і ніяк не залежыць ад іх. Абсалютная прастора з’яўляецца матэматычнай, гэта значыць яна адэкватна апісваецца пры дапамозе матэматыкі (эўклідавай геаметрыі). Непасрэднае пачуццёвае яе ўспрыманне немагчымае, хоць яе існаванне, як лічыў Ньютан, можа быць даказана апасродкаваным, эксперыментальным шляхам. І ён меркаваў, што яму ўдалося гэта зрабіць (у эксперыментах з сістэмамі, праз вярчэнне якіх фіксавалася ўзнікненне цэнтрабежных сіл, якое, на думку фізіка, выявіла рух згаданых сістэм адносна абсалютнай прасторы і, значыць, яе наяўнасць [46, т.8, с.87]). Адносная прастора ўяўляе сабой рухомую частку абсалютнай. Яна ўспрымаецца непасрэдна ў яе дачыненні да іншых сістэм, аб’ектаў, іншых частак абсалютнага цэлага. Абсалютны час з’яўляецца адпаведнікам абсалютнай прасторы. Ён не залежыць ад тых падзей, што ў ім адбываюцца, ад прадметаў, што ў ім існуюць. Кожнае імгненне наступае ва ўсім Сусвеце адначасова, і адначасовасць мае абсалютны характар. У адрозненне ад абсалютнага адноснага часу выяўляецца ў канкрэтных вымярэннях, якія адбываюцца ў канкрэтных абставінах.

<sup>56</sup> “Гіпотэзы не выдумляю” (лац.).

Парушыў ці не парушыў Ньютан уведзеную ім для сваіх даследаванняў “забарону на гіпотэзы”, даводзячы пра існаванне абсалютнай прасторы і абсалютнага часу? У суб’ектыўным плане наўрад ці можна весці гаворку пра нейкае парушэнне, бо фізік, як указвалася вышэй, лічыў, што яму ўдалося ідэнтыфікаваць абсалютны рух, гэта значыць эмпірычна (няхай сабе і апасродкаваным чынам) абгрунтаваць згаданае існаванне. З аб’ектыўнага пункту гледжання, аднак, нельга не адзначыць адносную непаслядоўнасць Ньютана. Пра гэта выразна сведчыць той факт, што ў XX ст. навука катэгарычна адмовілася ад згаданых ўяўленняў, якія, зрэшты, востра крытыкаваліся і ў папярэдні час [46, т.8, с.87]. Непаслядоўнасць ньютанаўскай пазіцыі ў дадзеным выпадку выяўляецца і ва ўжытых у ёй, як даводзілася вышэй, аргументах дэістычнага характару (абсалютная прастора як атрыбут Бога, як праява нязменнай Боскай існасці).

Тым не менш можна дапусціць, што асноўны матыў, якім кіраваўся Ньютан пры ўвядзенні паняццяў абсалютнай прасторы і абсалютнага часу, меў навуковы характар і дыктаваўся імкненнем да лагічнай і анталагічнай звязнасці яго тэорыі. Нерухомая прастора і час, што цячэ раўнамерна, выступаюць у ёй як умова магчымасці закона інерцыі, яе першага закона (што можа падацца, зрэшты, парадаксальным, бо з ім самым шчыльным чынам знітаваны надзвычай важны для класічнай механікі прынцып адноснасці). Паводле Ньютана, менавіта праз іх наяўнасць прамалінейны раўнамерны рух як нармальны стан фізічнага аб’екта набывае сваю анталагічную легітымацыю.

Згодна са згаданым вышэй першым ньютанаўскім законам (законам інерцыі) *пэўная сістэма захоўвае стан спакою ці прамалінейнага раўнамернага руху, пакуль знешнія сілы не змусяць яе змяніць гэты стан*. Неабходна адзначыць, што Ньютан дапускаў магчымасць у пэўным сэнсе “абранага” аб’екта для суаднясення з ім руху механічных сістэм. Ён меркаваў, што адпаведную ролю могуць выканаць Сонца ці нерухомыя зоркі, з якімі можа быць звязана грунтоўная сістэма адліку. Разам з тым унутры такой сістэмы адносна свабодна можна выбраць іншую, якая знаходзіцца ў спакоі ці рухаецца прамалінейна і раўнамерна у дачыненні да Сонца: пераход ад адной да другой здзяйсняецца пры дапамозе простых матэматычных аперацый з прасторавымі каардынатамі. Такого кшталту сістэмы былі

названы пазней *інерцыяльнымі* (нямецкім фізікам Л. Ланге (1863–1936) [46, т.8, с.100]).

Згодна з класічнымі ўяўленнямі ўзаемадзейненні паміж *інерцыяльнымі сістэмамі адліку цалкам і поўнасьцю падпарадкаўваюцца прынцыпу адноснасці. Яны выступаюць як раўнапраўныя: грунтоўныя законы механікі маюць моц у кожнай з іх і не выяўляюць ніякіх адрозненняў пры пераходзе ад адной да другой.* Той момант, што механічныя працэсы адбываюцца ў іх аднолькава, не дазваляе назіральніку, які знаходзіцца ўнутры нейкай з іх, з пэўнасьцю вызначыць, пакойцца яна ці рухаецца прамалінейна і раўнамерна. Таму яе стан можа быць вызначаны толькі адносна іншых сістэм адліку і будзе залежаць ад таго, якая з іх будзе абраная для выканання такой функцыі.

Такім чынам, у класічнай механіцы прамалінейны раўнамерны рух і спакой з’яўляюцца цалкам і поўнасьцю раўнапраўнымі. У сувязі з гэтым пытанне пра тое, чаму цела рухаецца прамалінейна і раўнамерна, не мае ніякай перавагі перад пытаннем пра прычыны яго спакою. І згодна з першым законам Ньютана абедзве з’явы маюць аднолькавую падставу – адсутнасць знешніх уплываў ці іх узаемную нейтралізацыю. (Сам Ньютан, зрэшты, меркаваў, што кожнаму целу ўласціва сіла інерцыі, якая змушае яго да прамалінейнага раўнамернага руху.) У такіх умовах цэнтральнае значэнне набывае праблема пераходу “ад спакою да руху і ад руху да спакою, гэтаксама як, у больш агульным плане, усялякае змяненне хуткасці” [75, с.57].

Грунт для рашэння дадзенай праблемы стварае другі (і асноўны) закон класічнай механікі, згодна з якім *змяненне хуткасці аб’екта абумоўлена яго ўзаемадзеяннем з іншым аб’ектам.* Уздзеянне аднаго цела на другое, якое мае месца пры іх узаемадзеянні, Ньютан назваў *сілай*. Такім чынам, паскарэнне пэўнага аб’екта заўжды выклікаецца сілай, што ўздзейнічае на яго: чым больш моцнае дадзенае ўздзеянне, тым больш змяняецца хуткасць. Трэба мець таксама на ўвазе, што ў дадзеным выпадку істотнае значэнне мае і напрамак дзеяння сілы, бо ад яго залежыць напрамак далейшага руху цела, на якое яна ўздзейнічае, а значыць, і яго хуткасці, а таксама паскарэння. Акрамя таго, змяненне хуткасці аб’екта залежыць ад яго масы, якая ў дадзеным выпадку фігуруе як мера яго інертнасці (гэта значыць яго здольнасці супраціўляцца знешняму ўплыву). Таму паскарэнне тым большае, чым меншая яе велічыня.

Той момант, што ўздзеянне аднаго фізічнага аб'екта на другі ніколі не застаецца аднабаковым, што заўсёды мае месца іх узаемадзеянне, фіксуецца ў трэцім законе Ньютана. Згодна з ім сілы заўжды дзейнічаюць у пары: *уздзеянне пэўнай сілы з неабходнасцю спараджае роўнае па велічыні і процілегла скіраванае супрацьдзеянне*. Дадзены закон разглядаўся навукоўцам як эквівалентны закону захавання імпульсу. Гэта дазваляе зрабіць выснову, што ён падтрымаў запачаткаваную Дэкартам (ці нават Галілеем [46, т.5 с.953]) і ў найвышэйшай ступені характэрную для навукі сучаснага тыпу традыцыю надання грунтоўнага статусу моманту захавання пэўных фізічных велічынь. Акрамя таго, дадзены закон – праз яго сувязь з законам сусветнага прыцягнення – меў істотнае значэнне для распрацоўкі Ньютанам яго касмалагічнага праекта [58, с.125]

Ньютанаўскія законы фігуруюць у класічнай механіцы як аксіёмы. Гэта азначае, што Ньютан надаў навуцы пра рух аксіяматычную форму. У якасці ўзору такой арганізацыі навуковых ведаў для яго служыла антычная геаметрыя. Рух апісваўся і тлумачыўся ім, значыцца, пры дапамозе аксіяматычна-дэдуктыўных лагічных працэдур, а таксама пры дапамозе геаметрычных канструкцый [46, т.5, с.956]. Разам з тым некаторыя даследчыкі яго творчасці адзначаюць, што такім (запачычаным у антычнай геаметрыі, сінтэтычным) метадам ён карыстаўся толькі пры выкладзе дасягнутых ім вынікаў. А вось у працэсе яго даследаванняў было задзейнічана адкрытае практычна адначасова ім самім і Г.-В. Лейбніцам злічэнне бясконца малых велічынь. “Дыферэнцыяльнае злічэнне было пры гэтым у Ньютана метадам для вызначэння ўсеагульных хуткасцей на аснове дадзеных пройдзеных шляхоў, а інтэгральнае злічэнне, наадварот, метадам вызначэння пройдзеных шляхоў на аснове ўсеагульнага закона хуткасці” [72, с.688].

У працэсе далейшага развіцця класічнай механікі, аднак, ёй была нададзена *аналітычная матэматычная форма*. Навукоўцы, якія распрацоўвалі адпаведныя яе фармулёўкі, выкарыстоўвалі, праўда, не ньютанаўскую, а лейбніцаўскую версію дыферэнцыяльнага і інтэгральнага злічэння. Найгрунтоўнейшых вынікаў у гэтым плане дасягнулі Ж.-Л. Лагранж (1736–1813) і У. Гамільтан. У аналітычнай механіцы Лагранжа звязаныя з механічным рухам праблемы зводзяцца “да ўсеагульных формул, простае развіццё якіх дае ўсе ўраўненні, неабходныя для

рашэння” кожнай з іх [58, с.115]. У гамільтанаўскай фармулёўцы класічнай механікі ўсе ўласцівасці механічнай сістэмы апісваюцца пры дапамозе адной функцыі. У ёй фіксуецца поўная механічная энергія сістэмы, гэта значыць гамільтанаўская функцыя выступае як сума яе кінетычнай і патэнцыяльнай энергіі. І, “калі яна вядомая, мы можам рашыць, прынамсі, у прынцыпе, усе магчымыя праблемы”, датычныя руху сістэмы [75, с.70]. (Як было ўказана вышэй (2.1), такая – “кампактная і элегантная” [75, с.68] – фармулёўка класічнай механікі мела істотнае значэнне для далейшага развіцця фізікі ў цэлым.)

Такім чынам, у працэсе разгортвання класічнай тэорыі механічнага руху былі сфармуляваны розныя яе матэматычныя версіі, якія з’яўляюцца эквівалентнымі адна адной. Узбагачаўся і ўдасканальваўся, аднак, не толькі яе матэматычны апарат, узбагачаўся і арсенал яе інтэрпрэтацыйных сродкаў і магчымасцей. У дадзенай сувязі надзвычай важным з’яўляецца той момант, што “ньютанаўскае паняцце сілы і гравітацыі спрыяла ў натурфіласофскім плане дынамічнаму атамізму,<sup>57</sup> які зводзіў з’явы да сіл прыцягнення і адштурхоўвання паміж часткамі матэрыі” [46, т.5, с.955]. Варта падкрэсліць, што творцы новага прыродазнаўства ўвогуле фаварызавалі атамістычную мадэль прыродных з’яў і працэсаў. Яны “знайшлі ў антычным атамізме неабсяжныя канцэптualныя рэсурсы для таго, каб, з аднаго боку, пераадолець якасную фізіку Арыстоцеля, а з іншага, – каб абгрунтаваць механічную і матэматычную інтэрпрэтацыю прыроды” [26, с.77].

Значыць, паводле дадзенай версіі класічнай механікі (абагульненай у XVIII ст. Р. Бошкавічам (1711–1787) і І. Кантам [72, с.690]) матэрыяльныя часцінкі неабходна разглядаць у іх узаемадзеяннях, якія адбываюцца паводле механічных законаў і выступаюць як прычына ўсякіх змяненняў іх руху. Каб адказаць на пытанне пра тое, што рухаецца, гэта значыць пра аб’ект, рух якога апісваецца, Р.Бошкавіч увёў паняцце матэрыяльнага пункта. Матэрыяльны пункт уяўляе сабой вынік ідэалізацыі, ідэальны аб’ект: у яго ёсць маса і няма памераў. Яго рэальным правобразам можа служыць любое фізічнае цела, памеры якога з’яўляюцца нязначнымі ў параўнанні з велічыняй яго перамяшчэння.

---

<sup>57</sup> Гэтыя словы пададзены курсівам у тэксце арыгінала.

Сярод дзейных у прыродзе сіл найважнейшае значэнне ў класічнай механіцы надаецца сіле прыцягнення паміж фізічнымі цэламі, пагрунтаванай на іх масах, – *сіле гравітацыі*. Яна тым большая, чым большыя масы аб'ектаў, што ўзаемадзейнічаюць, і тым меншая, чым большая адлегласць паміж імі. Надаўшы сіле гравітацыі ўніверсальны характар, Ньютан здолеў давесці да лагічнага завяршэння першы вялікі сінтэз у гісторыі фізікі – *аб'яднаць у адзінай тэарэтычнай схеме зямную механіку Г. Галілея і нябесную механіку І. Кеплера*. І рух яблыка, які падае на Зямлю, і рух Месяца вакол яе выклікаюцца адной прычынай – яе прыцягненнем. Вялікі фізік не змог, аднак, растлумачыць феномен гравітацыі. Ён пастуляваў наяўнасць дадзенай сілы, надаўшы ёй уласцівасць імгненнага дзеяння на бясконцую адлегласць. У гэтым плане Ньютан адышоў ад класічнага навуковага ідэалу, які патрабаваў тлумачэння фізічных з'яў на аснове непасрэднага ўздзеяння аднаго цэла на другое (ўздзеяння, што адбываецца праз ціск або штуршок).

Дадзены аспект ньютанаўскай тэорыі належыць да самых слабых яе месцаў і справядліва выклікаў вострую крытыку з боку апанентаў вялікага англійскага фізіка. Трэба мець на ўвазе, аднак, што згаданы феномен наўрад ці мог быць рацыянальна растлумачаны на той час: ён знайшоў сваё навуковае тлумачэнне толькі ў пачатку XX ст. – ва ўсеагульнай тэорыі адноснасці. Ньютан меркаваў, што ўніверсальнасць гравітацыі звязана з прысутнасцю ў свеце Бога і з'яўляецца выяўленнем Боскай магутнасці. Ён разумеў, аднак, што дадзенае меркаванне выходзіць за межы навуковага дыскурсу, і таму ўвогуле “адмовіўся ад публічнага вырашэння пытання” пра існасць гравітацыйных сіл [58, с.110].

Такім чынам, Ньютан у сваёй тэорыі механічных працэсаў здолеў сінтэзаваць дасягненні даследчыкаў, што папярэднічалі яму. Ён аксіяматызаваў механіку. Пры гэтым роля аксіёмаў была нададзена фундаментальным механічным законам. Паколькі цэнтральнае значэнне ў ёй набывае праблема змянення хуткасці, то асноўным сярод іх з'яўляецца другі закон, згодна з якім згаданае змяненне абумоўлена ўзаемадзеяннем дадзенага аб'екта з іншым аб'ектам. У працэсе далейшага развіцця класічнай механікі яна атрымала аналітычную матэматычную форму. У выніку яна ператварылася ў надзвычай эфектыўны інструмент для рашэння задач, звязаных з рухам

макрааб'ектаў. Сярод дзейных у прыродзе сіл найважнейшае значэнне ў класічнай механіцы надаецца сіле гравітацыі. Існаванне дадзенай сілы, аднак, не было вытлумачана ў яе рамках (навуковае тлумачэнне феномен гравітацыі атрымаў толькі ў пачатку XX ст.).

### Пытанні і заданні

1. Як вы лічыце, чаму навука сучаснага тыпу паўстала менавіта як механіка?

2. Творчасць Ньютана зусім не вылучаецца стэрыльнай рацыянальнасцю, што адлюстроўваецца пэўным чынам і ў яе выніках. Тым не менш яна была ў найвышэйшай ступені плённай. Як вы растлумачыце дадзены факт?

3. Якое месца ў класічнай механіцы займае прынцып адноснасці? Як растлумачыць той момант, што яго прысутнасць у ёй спалучаецца з уяўленнямі пра абсалютныя прастору і час?

4. Падумайце над прычынамі досыць доўгага дамінавання ньютанаўскай механікі ў еўрапейскай навуковай культуры.

### 3.3. Асноўныя характарыстыкі класічнай касмалогіі

На грунце класічнай механікі паўстаў другі вялікі касмалагічны праект у гісторыі чалавецтва. У якасці яго асновы фігуравалі ўяўленні пра абсалютныя прастору і час, а таксама законы механікі, найперш закон сусветнага прыцягнення. Змест дадзенага закона быў акрэслены вышэй (3.2). Згодна з яго больш дакладнай фармулёўкай, фізічныя аб'екты прыцягваюць адзін аднаго з сілай, прама прапарцыянальнай здабытку іх мас, адваротна прапарцыянальнай квадрату адлегласці паміж імі і скіраванай уздоўж лініі, што іх злучае. У ньютанаўскім універсуме, такім чынам, канчаткова знікла адрозненне паміж зямным і нябесным светам: працэсы, што ў іх адбываюцца, падпарадкоўваюцца ідэнтычным законам.

Аднак, як было адзначана вышэй (1.4.2), экстрапаляцыя адкрытых у зямных умовах законаў на Сусвет у цэлым зусім не з'яўляецца беспраблемнай. З істотнымі цяжкасцямі ў гэтым плане сутыкнуўся ўжо сам Ньютан. Яны паўсталі ў сувязі з пытаннем пра размеркаванне матэрыі ва ўніверсуме. Навуковец аддаў перавагу ўяўленню пра адносна раўнамернае яе размеркаванне ва ўсёй прастору, гэта значыць уяўленню пра

бясконцы матэрыяльны Сусвет. У іншым выпадку ён не мог бы быць стабільным: у ім існаваў бы цэнтр мас, які ўвабраў бы ў сябе ўсю наяўную ў ім матэрыю. Супярэчнасці паўстаюць, аднак, і ў сувязі з уяўленнем пра бясконцы Сусвет з адносна раўнамерным размеркаваннем матэрыі. У такіх умовах у кожным яго месцы ў кожны момант часу павінна дзейнічаць бясконца гравітацыйная сіла (іншымі словамі – павінна назірацца гравітацыйная сінгулярнасць) [34, т.2, с.867; 42, с.6].

Другая грунтоўная праблема класічнай касмалогіі звязана з наяўнасцю ў бязмежным ньютанаўскім універсуме бясконцай колькасці зорак, гэта значыць бясконцай колькасці крыніц святла. Гэта азначае, відавочна, што ўначы павінна быць гэтаксама светла, як днём. Таму нямецкі астраном Ольберс (1758–1840) сфармуляваў яе ў выглядзе простага, яснага і выразнага пытання: “Чаму ўначы цёмна?” Такая простая і ясная фармулёўка навуковай праблемы выглядае ўзорнай у вачах фізікаў, якія ў гэтым плане аддаюць належнае Ольберсу [18, с.20], хоць ён і не быў першаадкрывальнікам гэтага парадоксу.

Нямецкі астраном не толькі з усёй выразнасцю выявіў згаданую цяжкасць, але і паспрабаваў вырашыць яе. Сутнасць прапанаванага ім рашэння ў тым, што ў бясконцым космасе на шляху святла знаходзіцца бясконцай колькасць перашкод, якія не дазваляюць велізарнай яго частцы дасягнуць Зямлі. Аналізуючы дадзены падыход, С. Хокінг указвае, аднак, што матэрыя, якая перашкаджае руху святла, пад уздзеяннем несупыннага выпраменьвання распалілася б і свяцілася б, як свецяцца зоркі. На яго думку, як і на думку шмат каго з іншых сучасных астрафізікаў, найбольш слушнае вырашэнне дадзенага парадокса – адмовіцца ад ідэі вечнага і бясконцага ўніверсуму [18, с.20; 42, с.7], хоць рабіліся спробы знайсці іншае выйсце з гэтай прыкрай сітуацыі. Яно дасягалася, аднак, толькі пры дапамозе дадатковых дапушчэнняў, якія не вынікалі з самой фізічнай тэорыі [34, т.2, с.867].

Неабходна адзначыць, што Ньютана ніяк не турбавала праблема ўзнікнення Сусвету: ён лічыў яе ўяўнай. Гэты скепсіс у дачыненні да касмаганічнай праблематыкі быў абумоўлены поглядамі фізіка на спосаб дзеяння грунтоўных механічных законаў. Як вядома, для яго істотным чынам характэрныя сіметрыя адносна часу і незалежнасць ад зыходных умоў. Таму пачынальнік тэарэтычнай механікі і не надаваў гэтым апошнім

асаблівага значэння ў глабальным плане: няважна, калі і якімі задаў іх Бог, яны маглі быць любымі.

Некаторыя з наступнікаў і паслядоўнікаў Ньютана (найперш І. Кант і П.-С. дэ Лаплас (1749–1827)) не задаволіліся, аднак, яго тэалагічным падыходам. Яны імкнуліся распрацаваць *механічную касмагонію*, у якой узнікненне і ўзаемасувязь касмічных аб’ектаў тлумачылася б выключна дзеяннем законаў прыроды<sup>58</sup>. Паводле касмаганічнага праекта І. Канта, матэрыя спачатку была хаатычна распыленая ў прасторы. Пад дзеяннем сіл гравітацыі часцінкі матэрыі прыйшлі ў рух, які набыў упарадкаваны характар: утварылася цэнтральнае касмічнае цела (Сонца), якое прыцягвала іх да сябе. Пры гэтым мелі месца, аднак, і адхіленні ад галоўнага кірунку ў іх руху: часцінкі стваралі перашкоды адна для адной. Самі гэтыя адхіленні набылі затым упарадкаваны характар і ўзмацніліся да такой ступені, што маглі ўраўнаважыць прыцягненне цэнтральнага касмічнага аб’екта. У выніку яны ператварыліся ў супольнае вярчэнне пэўных частак матэрыі па канцэнтрычных арбітах вакол Сонца, у працэсе якога ўзніклі планеты.

Лаплас у сваіх касмаганічных развагах зыходзіў з існавання распаленай сонечнай масы, памеры якой выходзілі за межы арбіт будучых планет. Пад дзеяннем гравітацыі, аднак, яна сціснулася і набыла форму сучаснага Сонца. Праз цэнтрабежныя сілы, якія паўсталі і ўзмацніліся ў працэсе яе вярчэння, пэўная яе частка аддзялілася і ўтварыла вакол цэнтральнага касмічнага аб’екта спачатку газавае колца, а затым – праз ушчыльненне – планеты.

Неабходна адзначыць, што *ньютанаўская тэорыя гравітацыі* (а з ёй *ньютанаўская фізіка і касмалогія*) шмат у якіх адносінах *вытрымала (і вытрымлівае) у найвышэйшай ступені сур’ёзную эмпірычную праверку*. Найяскравейшымі яе момантамі з’яўляецца пацвярджэнне прадказаных на яе аснове феноменаў – з’яўлення ў 1759 г.<sup>59</sup> каметы Галей і наяўнасці на папярэдне разлічанай арбіце невядомай раней планеты (Нептуна).

<sup>58</sup> Змест касмаганічных гіпотэз І. Канта і П.-С. дэ Лапласа падаецца тут на аснове адпаведнага артыкула шматтомнага “Гістарычнага філасофскага слоўніка”, выдадзенага пад рэдакцыяй Ё.Рытэра, К.Грундэра і Г.Габрыэля [46, т.4, с.694].

<sup>59</sup> Камета Галей рэгулярна з’яўлялася ў Сонечнай сістэме і потым (апошні раз у 1986 г.) – у строгай адпаведнасці з ньютанаўскімі законамі, кожны раз нагадваючы нам пра веліч навукі і яе геніяльных творцаў.

Такім чынам, ньютанаўская касмалогія грунтуецца на ўяўленнях пра абсалютныя прастору і час, а таксама на законах механікі, найперш – на законе сусветнага прыцягнення. У ёй канчаткова знікла адрозненне паміж зямным і нябесным светам, на якім настойвалі касмалагічныя вучэнні, што распацоўваліся ў папярэднія эпохі. Экстрапаляцыя законаў зямной механікі на Сусвет у цэлым прывяла, аднак, да істотных праблем, грунтоўнае вырашэнне якіх патрабавала перагляду найважнейшых палажэнняў ньютанаўскай касмалогіі. Хоць сам Ньютан ігнараваў касмаганічную праблематыку, яго паслядоўнікі і наступнікі зрабілі спробы стварыць механічныя касмаганічныя праекты, што мела істотнае значэнне ў кантэксце сцвярджэння ў культуры прынцыпаў навуковай рацыянальнасці.

#### Пытанні і заданні

1. Правядзіце параўнальны аналіз ньютанаўскага і арыстоцэлеўскага касмалагічных праектаў. Якое з іх адрозненняў падаецца вам найважнейшым?
2. Якое месца ньютанаўская касмалогія займала ў класічным прыродазнаўстве?
3. Як бы вы ацанілі гістарычнае значэнне класічнага касмалагічнага праекта?
4. Якія аспекты ньютанаўскай касмалогіі падаюцца вам найважнейшымі і найцікавейшымі з філасофскага пункту гледжання?

### 3.4. Класічная тэрмадынаміка

*Класічная тэрмадынаміка* (ад старажытнагр. *thermos* – *цёплы* і *dynamis* – *сіла*) – гэта раздзел фізікі, у якім вывучаюцца працэсы абмену і пераўтварэнняў энергіі ў макраскапічных сістэмах (пры істотным удзеле цеплыні), у выніку якіх выконваецца работа. Асновы тэрмадынамікі былі сфармуляваныя ў XIX ст. на аснове вывучэння цеплавых машын. У сярэдзіне XIX ст. быў уведзены і тэрмін, якім дадзеная галіна фізікі абазначаецца. У 1851 г. У.Томсан (лорд Кельвін) у сваёй працы “Пра дынамічную тэорыю цеплыні” ўжыў прыметнік “тэрмадынамічны” (у дачыненні да рухавіка), а з 1854 г. замест выразу “тэорыя цеплыні” ён ужывае ўжо адпаведны назоўнік [46, т.10, с.1166].

Цеплыня заўжды падавалася фізікам чымсьці таямнічым [78, с.503], але эксперыментальны і матэматычны падыход, выкліканы да жыцця Вялікай навуковай рэвалюцыяй, няўхільна прабіваў сабе дарогу і ў вывучэнні цеплавых працэсаў. Грунтоўнае значэнне мела пры гэтым вынаходства тэрмометра, якое было зроблена амаль адначасова чатырма даследчыкамі (найперш – у 1600 г. – Г.Галілеем) [46, т.10, с.1167]. Першыя тэрмометры былі, праўда, досыць прымітыўнымі, але ў XVIII ст. з’явіліся прыстасаванні, якія маглі ўжо эфектыўна ўжывацца ў навуковых даследаваннях [78, с.503–504]. Надзвычай важным, скіраваным у будучыню вынікам гэтых даследаванняў было выяўленне адрозненняў паміж колькасцю цеплыні і тэмпературай. Тэмпература – гэта інтэнсіўная велічыня, яна не змяняецца пры дзяленні на часткі сістэмы, якая ёй валодае, а колькасць цеплыні – велічыня экстэнсіўная, яна змяняецца пры змяненні памераў аб’екта яе вымярэння. (Варта адзначыць, што згаданае вымярэнне грунтуецца на пэўных фізічных дапушчэннях і найперш на ўяўленні пра скіраванасць усякай закрытай сістэмы да тэрмічнай раўнавагі [30, с.39–40].)

У тэарэтычным плане, у плане разумення сутнасці цеплавых з’яў у гэты час (XVII – першая палова XIX ст.) дамінавала ўяўленне пра цеплыню як адмысловае рэчыва (бязважкую вадкасць, цепларод), хоць у канцы XVIII ст. былі праведзены эксперыменты, вынікі якіх прэрэчылі яму [30, с.44–46]. Сярод альтэрнатыўных канцэпцый неабходна адзначыць прапанаваную П. Гасэндзі [78, с.504] гіпотэзу “гарачых” і “халодных” часцінак, прысутнасць якіх у фізічным аб’екце вызначае адпаведныя яго якасці: яна нагадвала малекулярна-кінетычны падыход, што ўсталяваўся ў навуцы ў другой палове XIX ст.

У якасці даты нараджэння тэрмадынамікі І. Прыгожын і І. Стэнгерс прапаноўваюць лічыць 1811 г., калі адбылося адкрыццё Ж. Фур’е (1768–1830) *закона, які вызначае распаўсюджанне цеплыні ў пэўным асяроддзі*. Яны ўгледзелі ў гэтым законе і запаткаваным ім даследчым кірунку альтэрнатыву класічнай механіцы. На іх думку, пошукі, што вяліся на ім, рэабілітавалі ў канчатковым выніку ў навуцы выгнаную з яе ньютанаўскай дынамікай тэматыку, звязаную са складанасцю і незваротнасцю прыродных працэсаў (гэта тэмы, якім належыць грунтоўнае месца ў прыродазнаўчых даследаваннях самога І. Прыгожына і яго вучняў). У законе Фур’е фіксуецца

той момант, што плыня цеплыні пры цеплаабмене паміж цэламі прама прапарцыянальная рознасці іх тэмператур з каэфіцыентам прапарцыянальнасці, што залежыць ад асяроддзя, у якім цеплаабмен адбываецца. Гэты закон быў сфармуляваны ў элегантай матэматычнай форме. Таму, як падкрэсліваюць І.Прыгожын і І.Стэнгерс, ён падарваў манаполію ньютанаўскай механікі ў матэматычным прыродазнаўстве, бо не зводзіўся да грунтоўных механічных законаў і паказаў, што магчымы і іншыя шляхі матэматычнага апісання прыроды [75, с.104].

Наступны значны крок у вывучэнні цеплавых працэсаў быў зроблены французскім фізікам С.Карно (1796–1832), які аналізаваў працэсы, што адбываюцца ў цеплавых машынах. Карно высветліў, што *цеплыня не можа цалкам і поўнасю ператварыцца ў механічную работу*. Справа ў тым, што ва ўсякай цеплавой машыне павінны быць у наяўнасці складовыя часткі, якія маюць розную тэмпературу, – награвальнік і халадзільнік. Цеплыня перадаецца ад нагрэтага да халоднага цэла і выконвае пры гэтым механічную работу. Пэўная яе частка, аднак, абавязкова аддаецца халоднаму целу. А вось механічная работа можа быць цалкам пераўтворана ў цеплыню. Такая асіметрыя ўказвала на адмысловы статус апошняй сярод прыродных феноменаў.

Як неаднаразова адзначалася вышэй, для фізікі сучаснага тыпу ў найвышэйшай ступені характэрны пошук унутранага адзінства разнастайных працэсаў і з’яў. Да істотных яго кірункаў належыць імкненне да выяўлення велічынь, што захоўваюцца ва ўсіх магчымых пераўтварэннях. Дэкарт і Ньютан, як вядома, засяроджваліся на захаванні колькасці руху (імпульсу). А вось Г.-В. Лейбніц меркаваў, што ва ўсіх механічных працэсах найперш захоўваецца іншая велічыня, якую ён назваў *vis viva* (жывая сіла) і ў якой маса спалучаецца не з хуткасцю, а з яе квадратам. Крыху пазней ён далучыў да яе яшчэ і “патэнцыяльныя сілы”<sup>60</sup> [26, с.344]. У першай палове XIX ст. навукоўцы выявілі ўзаемасувязі паміж самымі рознымі працэсамі і з’явамі (цеплынёй і механічнай работай, цеплынёй і электрычнасцю, электрычнасцю і магнетызмам і г.д.). У такіх умовах паўставала пытанне пра тое, якая велічыня захоўваецца ва ўсіх гэтых працэсах (бо ў існаванні такой велічыні ці такіх велічынь ніхто з навукоўцаў не сумняваўся).

---

<sup>60</sup> Тэрмін “энергія” канчаткова замацаваўся для абазначэння здольнасці фізічнага аб’екта выконваць работу ў канцы XIX ст. [26, с.343].

Хвалявала дадзенае пытанне і С. Карно. Ён прытрымліваўся тэорыі цеплароду і меркаваў, што ў апісаных ім працэсах, якія адбываюцца ў ідэальнай цеплавой машыне, захоўваецца менавіта цепларод, што перашкодзіла яму, зрэшты, выразна і дакладна сфармуляваць грунтоўныя палажэнні тэрмадынамікі, да чаго заставаўся літаральна адзін крок [46, т.10, с.1169]. Тым не менш яго даследаванні і дасягнутыя ім вынікі падрыхтавалі глебу для перабудовы вучэння пра цеплыню ў другой палове XIX ст., фундаментальнай складовай часткай якой было адкрыццё *энергіі* як велічыні, што *захоўваецца* ў разнастайных працэсах, і фармулёўка закона яе захавання і ператварэння як *універсальнага закона прыроды*.

Першы грунтоўны крок у гэтым кірунку быў зроблены нямецкім навукоўцам Р.Маерам (1814–1878), які ў 1842 г. зрабіў выснову, што цеплыня ўяўляе сабой пэўную форму энергіі, якая існуе ў прыродзе разам з механічнай энергіяй (кінетычнай і патэнцыяльнай) [46, т.10, с.1169]. У 1847 г. англійскі фізік Д. Джоўль (1818–1889), які, зрэшты, не быў прафесійным навукоўцам<sup>61</sup>, дакладна высветліў колькасны аспект узаемапераўтварэнняў розных відаў энергіі [75, с.108]. І затым было выяўлена, што дадзеная велічыня не ўзнікае з нічога і не пераўтвараецца ў нішто, што яе колькасць у ізаляванай сістэме застаецца канстантнай. Нямецкі навуковец Г.Гельмгольц (1821–1894) быў першым, хто здзейсніў грунтоўны матэматычны аналіз дадзенага закона і яго прынцыповай ролі ў галіне тэарэтычнай фізікі [46, т.10, с.1169].

Закон захавання энергіі выступае як падстава для фундаментальна важнага палажэння тэрмадынамікі, якое атрымала назву першага яе пачатку. У ім даводзіцца, што *колькасць цеплыні, перададзеная сістэме, эквівалентная змяненню яе ўнутранай энергіі і рабоце, якую яна выконвае супраць вонкавых сіл* [17, с.54–55]. Першы пачатак тэрмадынамікі можа быць сфармуляваны як забарона вечнага рухавіка першага роду. Гэта “такі рухавік, які за адзін перыяд выконваў бы большую работу ў параўнанні з колькасцю паглынутага ім звонку энергіі”, гэта значыць “рухавік, які сам павінен параджаць энергію” [17, с.55].

Першы пачатак тэрмадынамікі ўпершыню ў выразнай форме быў сфармуляваны нямецкім фізікам Р.Клаўзіусам (1822–1888),

---

<sup>61</sup> Д. Джоўль быў прафесійным півавара. Абраўшы затым шлях прыватнага навукоўца, ён вялікую частку сваёй маёмасці выдаткаваў на фізічныя даследаванні [49, с.321].

гэтаксама як і другое яе грунтоўнае палажэнне, названае адпаведна другім пачаткам. Пры гэтым ён грунтаваўся на працах С. Карно, які, як было згадана вышэй, надзвычай блізка падышоў да фармулёўкі асноў дадзенага раздзела фізікі. Адкрытая С. Карно немагчымасць ператварыць усю перададзеную пэўнай сістэме цеплыню ў механічную работу змусіла да сур'ёзнага аналізу пытання пра суадносіны “карыснага” абмену энергіяй у цеплавых машынах і наяўнай у адпаведных працэсах “рассеянай” энергіяй, “якая незваротна губляецца” [75, с.117]. Р. Клаўзіус увёў спецыяльную фізічную велічыню, якая выступае як мера згаданай “дэградацыі”<sup>62</sup> энергіі, і назваў яе энтрапіяй (ад старажытнагр. τροπή – змяненне). Навуковец падкрэсліў, што *колькасць няздольнай да трансфармацыі ў карысную механічную работу цеплавой энергіі ў закрытай сістэме не можа паніжацца*. У абарачальных працэсах яна роўная нулю, у неабарачальных – большая за нуль. У гэтым – сутнасць *другога пачатку тэрмадынамікі*, які вызначае напрамак пераўтварэнняў энергіі ў прыродзе. Улічыўшы, што ў рэальных рухавіках і рэальных з’явах увогуле неабарачальныя змены з неабходнасцю дапаўняюць абарачальныя [75, с.118], можна гаварыць пра другі пачатак тэрмадынамікі як пра *закон узростання энтрапіі ў ізаляваных сістэмах*<sup>63</sup>.

Такім чынам, закрытыя сістэмы змяняюцца ў пэўным кірунку, знаходзяцца ў стане “спантаннай эвалюцыі”. Энтрапія выступае ў такіх умовах як “індыкатар” гэтай эвалюцыі, а таму і як “страла часу”, гэта значыць як падстава яго неабарачальнасці [75, с.119]. У дадзеным кантэксце, аднак, у кантэксце аналізу тэрмадынамічных працэсаў, блізкіх да стану раўнавагі, паўстае праблема завяршэння і спынення згаданай эвалюцыі праз дасягненне максімальнага значэння энтрапіі. Цеплыня ў спантаннах абменах энергіяй не можа перадавацца ад менш нагрэтага да больш нагрэтага цела: больш нагрэтае аддае яе менш нагрэтаму, пакуль яны не дасягнуць аднолькавай тэмпературы. Таму пакуль “атрактар” (у дадзеным выпадку стан цеплавой раўнавагі) дзейнічае, адбываецца пэўным чынам

<sup>62</sup> Менавіта так характарызаваў згаданы працэс (працэс рассеявання часткі энергіі) лорд Кельвін, які таксама даследаваў яго [75, с.115].

<sup>63</sup> Другі пачатак тэрмадынамікі можа быць сфармуляваны таксама як забарона вечнага рухавіка другога роду, гэта значыць такой машыны, адзіным вынікам функцыянавання якой “было б толькі выкананне механічнай работы за кошт адымання цеплыні ад якога-небудзь цела” [17, с.98].

скіраваны, упарадкаваны працэс. Калі ён дасягаецца, згаданы працэс робіцца немагчымым (энтрапія вызначаецца ў дадзенай сувязі таксама як мера неўпарадкаванасці сістэмы).

Неабходна адзначыць, што найважнейшыя палажэнні тэрмадынамікі змяшчаюць у сабе пэўныя *касмалагічныя імплікацыі*. Першы яе пачатак (дакладней закон захавання энергіі, на якім ён грунтуецца) фігураваў як важкі аргумент на карысць матэрыялістычнага бачання свету (свету, у якім энергія, а значыць, і рух, не можа быць створанай з нічога і пераўтворанай у нішто, г. зн. вечнага і бясконцага). З закону ўзрастання энтрапіі, аднак, пры ўмове разгляду Сусвету як закрытай сістэмы, вынікала тэза пра яго няўхільнае набліжэнне да канчатковага, абсалютна неўпарадкаванага, хаатычнага стану. Розныя формы энергіі мусяць ператварыцца ў цеплыню, якой наканавана рассяцца ва ўніверсуме, аддадзеным ва ўладу тэрмадынамічнай раўнавагі.

Упершыню такая змрочная перспектыва для яго была намалявана лордам Кельвінам у 1850 г. [26, с.416]. Пазней да яго далучыўся Р. Клаўзіус са сваёй знакамітай формулай: “Энергія свету з’яўляецца канстантнай; энтрапія свету імкнецца да максімальнага значэння” [26, с.417]. У адпаведных развагах, аднак, праблематычнай з’яўляецца іх галоўная пасылка (Сусвет – гэта сапраўды закрытая сістэма?). Акрамя таго, класічная тэрмадынаміка апісвае працэсы, што адбываюцца на ўзроўні, бліжэй да раўнаважнага, што абмяжоўвае іх статус і значэнне. І сапраўды, на ўзроўні, далёкім ад раўнавагі, маюць моц прынцыпова іншыя заканамернасці і адбываюцца працэсы, скіраваныя да самаарганізацыі, да ўзрастання парадку ў адпаведных сістэмах, пра што гаворка пойдзе ніжэй (4.17). У дадзеным выпадку мы яшчэ раз можам пераканацца, што экстрапаляцыя прыродазнаўчых законаў, адкрытых зямным назіральнікам у зямных умовах, на Сусвет у цэлым – рэч досыць рызыкаўная. У гэтай сувязі варта адзначыць таксама, што І. Прыгожын і І. Стэнгерс указваюць на глыбокія агульнакультурныя падставы эсхаталагічных медытацый творцаў класічнай тэрмадынамікі (і не толькі іх) [75, с.116]. І з імі нельга не пагадзіцца.

У другой палове XIX ст. даследаванне цеплавых працэсаў было выведзена на прынцыпова больш высокі ўзровень. Гэты скачок у развіцці тэрмадынамікі адбыўся дзякуючы творчым высілкам выдатных фізікаў – амерыканца Д. Гібса (1839–1903),

шатландца Д. Максвела (1831–1879) і аўстрыйца Л. Больцмана (1844–1906). Неабходна адзначыць, што ў некаторых рэканструкцыях тэорыі і гісторыі класічнай тэрмадынамікі ўказваецца, што асаблівае, нават выключнае значэнне для яе мелі працы Д. Гібса, надрукаваныя ў 70-х гг. XIX ст. К.-У. Мулінэс, напрыклад, даводзіць, што яны ўтвараюць “самадастатковую, кагерэнтную ў канцэптуальным плане і элегантную ў фармальным тэарэтычную структуру вельмі шырокага маштабу, якая запачаткоўвае шматлікія актуальныя і патэнцыяльныя даследчыя кірункі” [65, с.309–310]. Навуковец надае ім парадыгматычнае значэнне, аналагічнае таму, якое дасягнутыя Ньютанам вынікі мелі для абгрунтавання класічнай механікі [65, с.310]. У большасці прац, прысвечаных гісторыі тэрмадынамікі, аднак, творчасць Гібса ацэньваецца больш сціпла (больш за тое, часам яна ўвогуле ігнаруецца). Усё гэта сведчыць пра наяўнасць у дадзеным выпадку істотнай і цікавай навукова-гістарычнай праблемы, якая патрабуе спецыяльнага аналізу.

У агульным і цэлым, аднак, правамерна сцвярджаць, што дзякуючы даследаванням Гібса, Максвела і Больцмана была створана *малекулярна-кінетычная* інтэрпрэтацыя класічнай тэрмадынамікі. Неабходнасць пэўнай яе інтэрпрэтацыі вынікае з таго, што цеплавая з’ява разглядаецца ў яе рамках на макраўзроўні. Макраскапічныя сістэмы і іх паводзіны, гэта значыць змены іх станаў, апісваюцца тут пры дапамозе параметраў, якія характарызуюць згаданыя станы ў цэлым, – ціску, аб’ёму, тэмпературы. Узаемасувязі гэтых велічынь выяўляюцца эксперыментальным шляхам. Тэорыя тлумачыць вынікі эксперыментальных даследаванняў на аснове пэўных універсальных палажэнняў (пачаткаў тэрмадынамікі). У сувязі з гэтым тэрмадынамічнай тэорыі можа быць нададзены эпітэт “фэнаменалагічная”: яна не звяртаецца да ўнутранай структуры сістэм, што вывучаюцца ёю, да глыбокіх пластоў рэчаіснасці, дзе задзейнічаны прычыны цеплавых з’яў.

Малекулярна-кінетычная тэорыя, ужытая да фэнаменалагічнай тэрмадынамікі (дадзенае ўжыванне і выступае, зрэшты, як яе малекулярна-кінетычная інтэрпрэтацыя), дазваляе пераадолець згаданыя абмежаванні. Цэнтральная тэза гэтай тэорыі даводзіць, што матэрыя складаецца з часцінак (малекул), якія бесперапынна рухаюцца. Гэты рух найбольш выразна выяўляецца ў яе газападобным стане, калі малекулы валодаюць

значнай кінетычнай энергіяй. Праўда, энергія кожнай з іх мае пэўнае, адмысловае значэнне, якое змяняецца пры кожным яе сутыкненні з іншай малекулай (ці сценкай сасуда, у якім газ знаходзіцца). Кожная макраскапічная сістэма складаецца з велізарнага мноства часцінак. Апісаць рух кожнай з іх і стварыць дакладную сумарную карціну таго, што ў сістэме адбываецца, проста немагчыма. Таму ў малекулярна-кінетычнай тэорыі выкарыстоўваецца *статыстычны метада* апісання тых з’яў, што даследуюцца ёю. Яго выкарыстанне грунтуецца на ўяўленні, згодна з якім “дынаміка тэрмадынамічных макрастанаў па сутнасці вызначаецца імавернасцю мікрастанаў, у якіх яна здзяйсняецца” [46, т.10, с.1171]. Тэрмадынамічныя параметры выяўляюцца ў адпаведнасці з гэтым як сярэднестатыстычныя велічыні: у іх адлюстроўваецца сярэдняе значэнне параметраў, якія характарызуюць паводзіны часцінак, з якіх тая ці іншая сістэма складаецца.

У статыстычным рэчышчы былі пераасэнсаваны і асновы тэрмадынамікі. Л. Больцман інтэрпрэтаваў энтрапію як меру імавернасці пэўнага стану сістэмы (беспарадку ў руху яе часцінак). Такім чынам, згодна з пераасэнсаваным у кантэксце малекулярна-кінетычнай тэорыі другім пачаткам тэрмадынамікі закрытая сістэма спантанна пераходзіць ад менш імаверных да больш імаверных мікрастанаў. Найбольш імаверны – раўнаважны – стан характарызуецца максімальным значэннем энтрапіі, гэта значыць максімальна неўпарадкаваным рухам малекул.

На аснове статыстычнай інтэрпрэтацыі другога пачатку тэрмадынамікі Л. Больцман пераасэнсавваў і яго касмалагічныя імплікацыі – праблему цеплавой смерці Сусвету. Выступаючы як “статыстычная тэндэнцыя, што дапускае выключэнні” [26, с.417], узрастанне энтрапіі, гэта значыць малекулярнага беспарадку, даводзіў фізік, зусім не азначае фатальна неабходнага і татальнага канца свету. У ім заўжды застаецца магчымасць флуктуацый, адхіленняў да менш імаверных станаў [26, с.418]. Падыход Больцмана не выглядаў у дадзеным выпадку ў вачах навуковай супольнасці абсалютна пераканаўчым, выклікаў прэрэчання і стымуляваў далейшае абмеркаванне адпаведных пытанняў. І з гэтага боку, і ва ўсіх іншых адносінах ён заслугоўвае, аднак, высокай ацэнкі, якая ў шмат якіх выпадках і даецца яму ў навуковай літаратуры [26, с.418].

Неабходна адзначыць, што ўлучаная ў кантэкст статыстычнай механікі класічная тэрмадынаміка зусім не ўспрымаецца як антытэза механістычнаму навуковаму светабачанню, пра што даводзілі І. Прыгожын і І. Стэнгерс. Зусім наадварот, бо кіне-тычная тэорыя матэрыі і адпаведная ёй малекулярна-кінетычная інтэрпрэтацыя тэрмадынамічных уяўленняў выглядае паспяховым увасабленнем механічных прынцыпаў у тлумачэнні прыродных з’яў (напрыклад, броўнаўскага руху, што звычайна разглядаецца як яскравае яе эмпірычнае пацвярджэнне [17, с.12; 30, с.63]).

Праўда, пэўны дысананс у яе ўзаемадачынэннях з класічнай механікай, якая засяроджвалася на адназначных і пэўных прычынна-выніковых сувязях у прыродзе, стварала актыўнае ўжыванне ў яе абсягу статыстычнага апісання прыродных працэсаў. Тым не менш у фізікаў дадзены момант не выклікаў такіх змрочных адчуванняў, як статыстычная метадалогія квантавай механікі, дзе ў асноўным прабіла сабе дарогу ўяўленне пра прынцыповую немагчымасць іншага падыходу да апісання падзей, што адбываюцца ў мікрасвеце, звязаную з несумненнай няпэўнасцю гэтых падзей. У адрозненне ад яе класічная статыстычная фізіка не ставіла пад пытанне адназначны характар законаў, што кіруюць прыроднымі з’явамі і працэсамі.

*Такім чынам, перадумовы класічнай тэрмадынамікі выпявалі ў XVII – пачатку XIX ст. найперш праз эмпірычныя даследаванні. Важная роля ў гэтым належала вынаходству і ўдасканаленню тэрмометра, якое зрабіла магчымымі дакладныя вымярэнні пры вывучэнні цеплавых з’яў. Распрацоўка асноў тэрмадынамікі была звязана найперш з вывучэннем цеплавых рухавікоў. У яго выніку была зроблена выснова пра адмысловы статус цеплыні сярод прыродных феноменаў: яна няздольная цалкам і поўнасьцю ператварыцца ў механічную работу, у той час як механічная работа можа быць цалкам трансфармаваная ў цеплыню. Надзвычай важнае значэнне для станаўлення тэрмадынамікі мела адкрыццё закона захавання энергіі: у згаданых трансфармацыях, як і ва ўсякіх іншых, агульная колькасць энергіі не мяняецца, энергія не ўзнікае з нічога і не ператвараецца ў нішто. Дадзены закон фігуруе як падстава для фундаментальна важнага палажэння дадзенага раздзела фізікі, згодна з якім колькасць цеплыні, перададзеная сістэме, эквівалентная змяненню яе ўнутранай энергіі і рабоце, якую яна*

выконвае супраць вонкавых сіл (першы пачатак тэрмадынамікі). Згодна з другім яго прынцыпам колькасць няздольнай да трансфармацыі ў карысную механічную работу цеплавой энергіі ў закрытай сістэме не можа паніжацца (другі пачатак тэрмадынамікі). У якасці меры гэтай няздольнасці фігуруе спецыяльная велічыня, названая энтрапіяй.

У другой палове XIX ст. была створана малекулярна-кінетычная інтэрпрэтацыя класічнай тэрмадынамікі. Згодна з гэтай інтэрпрэтацыяй матэрыя складаецца з часцінак (малекул), якія бесперапынна рухаюцца. Кожная макраскапічная сістэма змяшчае велізарнае іх мноства. Таму ў малекулярна-кінетычнай тэорыі выкарыстоўваецца статыстычны метадапісання тых з'яў, што даследуюцца ёю. У статыстычным рэчышчы былі пераасэнсаваны ў ёй і асновы тэрмадынамікі.

#### Пытанні і заданні

1. Прааналізуйце гісторыю станаўлення і развіцця класічнай тэрмадынамікі. Якія яе моманты падаюцца вам найбольш цікавымі? Ці не выяўляецца ў ёй пэўная ўнутраная логіка?

2. Як вы патлумачыце факт наяўнасці касмалагічных імплікацый у складзе класічнай тэрмадынамікі?

3. Калі на аснове другога пачатку тэрмадынамікі паўстала гіпотэза “смерці” Сусвету, дык ці не можа ён фігураваць і як падстава для навуковай тэматызацыі яго “нараджэння”? На думку К.-Ф.фон Вайцзэкера, пэўныя развагі ў дадзеным кірунку цалкам дапушчальныя, хоць праблема і не з'яўляецца зусім выразнай [88, с.29–30]. Тым не менш паспрабуйце прааналізаваць яе з пункту гледжання класічнай тэрмадынамікі.

4. Наколькі ўдалым падаецца вам выраз “фенаменалагічная тэрмадынаміка”? Магчыма, вы маглі б прапанаваць альтэрнатыўны варыянт для абазначэння адпаведнай навуковай тэорыі?

5. У натурфіласофскім плане другі пачатак тэрмадынамікі выкарыстоўваецца для абгрунтавання анізатрапіі часу [46, т.10, с.1173]. Наколькі моцным і слушным падаецца вам такое абгрунтаванне?

### 3.5. Гістарычная эвалюцыя класічных прыродазнаўчых уяўленняў пра святло

*Оптыка* – гэта раздзел фізікі, у якім вывучаюцца святло, яго ўзнікненне, распаўсюджванне і ўзаемадзеянне з іншымі пры-

роднымі з’явамі. Звычайна адрозніваюць геаметрычную і фізічную опытку: у геаметрычнай дапускаецца, што святло распаўсюджваецца прамалінейна, пераламляючыся ці адлюстроўваючыся ад пэўных паверхняў, а фізічная звязана найперш з уяўленнем пра яго як пра хвалю.

У XVII ст. – дзякуючы працам І.Кеплера – святло займае належнае месца ў коле прыродных з’яў, што даследуюцца навукай сучаснага тыпу. Важным яе дасягненнем была спецыялізацыя ў разглядзе дадзенай з’явы, у выніку якой “фізічная опытка набыла сваю аўтаномію”, выразна выявіўшы спецыфіку ўласцівага ёй запытвання ў дачыненні да фізіялогіі [26, с.596]. Як і ў шматлікіх іншых сферах прыродазнаўчых даследаванняў, у вывучэнні святла ў гэты час дамінаваў механічны падыход, асновы якога былі закладзены Р. Дэкартам. Таму “развіццё фізічных тэорый святла ў XVII ст. найчасцей звязана з пабудовай механічных мадэляў: як выключна з дапамогай паняццяў механічнай фізікі растлумачыць вядомыя ўласцівасці святла, такія як прамалінейнае распаўсюджванне, адлюстраванне, пераламленне ці ўзнікненне колераў?” [26, с.596]. Сам Дэкарт меркаваў, што крыніцай святла з’яўляецца вібрацыя матэрыяльных часцінак і што яно распаўсюджваецца бясконца хутка ва ўласным празрыстым асяроддзі, запавольваючы свой рух у іншай матэрыяльнай стыхіі [78, с.496].

Інтэнсіўныя даследаванні адпаведных фізічных праблем дазволілі распрацаваць альтэрнатыўныя (альтэрнатыўныя адна адной і ўзятыя разам – картэзіянскай опыцы) канцэпцыі святла, якія саборнічалі паміж сабой у працэсе далейшага развіцця навукі, – *карпускулярную* (І. Ньютан) і *хвалеваю* (К. Гюйгенс). Іх распрацоўка грунтавалася на дастаткова паспяховым эксперыментальным вывучэнні дадзенай з’явы. Сярод вынікаў эксперыментальных аптычных даследаванняў, праведзеных у другой палове XVII ст., гісторыкі вылучаюць дакладнае апісанне пераламлення святла ў празрыстым асяроддзі [78, с.495–496], (хутчэй недакладнае<sup>64</sup>) вызначэнне яго хуткасці і адкрыццё яго дыфракцыі [26, с.596]. Адносна вызначэння хуткасці святла неабходна дадаць, што гэты эксперыментальны

<sup>64</sup> Хуткасць святла была вызначана дацкім астраномам О. Ромерам (1644–1710) у 1775 г. у выніку назіранняў за спадарожнікамі Юпітэра. У літаратуры падаюцца розныя лікавыя значэнні атрыманай ім велічыні: 215000 км/с [77, с.606], 193000 км/с [78, с.497]. Ва ўсіх выпадках, аднак, яны не адпавядаюць таму яе значэнню, што ўстаноўлена сучаснай навукай.

вынік, нягледзячы на сваю недакладнасць, пераканаўча сведчыў пра памылковасць пашыранага на той час уяўлення пра імгненнае яго распаўсюджванне. Усведамленне гэтай памылковасці было надзвычай важным для далейшага развіцця оптыкі (і фізікі ўвогуле).

Істотныя поспехі, дасягнутыя ў эксперыментальным вывучэнні святла, паставілі пад пытанне наяўныя тэарэтычныя мадэлі і падштурхнулі навукоўцаў да пошуку новых падыходаў і рашэнняў. Як было падкрэслена вышэй, пагрунтаваная на прынцыпе карпускулярызму тэорыя была прапанавана Ньютанам. Яна была выкладзена ўпершыню ў 1672 г. У поўнай і дакладнай форме навуковец сфармуляваў яе ў сваёй знакамітай “Оптыцы”, якая выйшла ў свет у 1704 г. Дадзеная тэорыя грунтавалася на ўласных эксперыментальных даследаваннях Ньютана, у выніку якіх ён адкрыў поліхраматычны характар святла<sup>65</sup> і якія істотным чынам паспрыялі яе поспеху [78, с.499]. Яе прынцыповая тэза даводзіць, што святло ўяўляе сабой плыню часцінак, якія сыходзяць з яго крыніцы і дасягаюць у канчатковым выніку нашых вачэй. Згаданая тэорыя проста і элегантна растлумачвала такія ўласцівасці дадзенага феномена, як прамалінейнае распаўсюджванне з пэўнай, неімгненнай хуткасцю, адлюстраванне. У іншых яго аспектах (у выпадку інтэрферэнцыі, напрыклад) “яна заставалася па сутнасці нядзейснай” [26, с.597].

Аналагічная сітуацыя мела месца, аднак, і ў выпадку другой уплывовай канцэпцыі ў оптыцы таго часу – хвалевай, найбольш яскрава і поўна ўвасобленай у навуковай творчасці К. Гюйгенса. Яна цудоўна тлумачыла вынікі шмат якіх эксперыментаў і пасавала перад іншымі. (Гюйгенс бліскуча патлумачыў, напрыклад, з’яву падвойнага пераламлення святла – яна назіраецца пры яго праходжанні праз анізатропнае асяроддзе. А вось прамалінейнае яго распаўсюджванне і феномен дысперсіі заставаліся для навукоўца непасільнымі [26, с.598; 78, с.497].) Згодна з гэтай канцэпцыяй святло ўяўляе сабой серыю хваль, якія распаўсюджваюцца з надзвычай вялікай, але не бясконцай хуткасцю ў нябачнай субстанцыі – эфіры. (Вытанчаная субстанцыя старажытных не знікла, такім чынам, з навукі ў працэсе яе рэвалюцыйных пераўтварэнняў, хоць эмпірычных

---

<sup>65</sup> Да Ньютана дамінаваў арыстоцэлеўскі погляд на святло як просты, элементарны феномен. Узнікненне колераў (напрыклад, пры ўтварэнні вясёлкі) тлумачылася яго аслабленнем: чым яно большае, тым цямнейшы колер атрымліваецца ў выніку [62, с.13].

падстаў для дапушчэння яе існавання не было. Толькі напачатку XX ст. спецыяльная тэорыя адноснасці радыкальна і паслядоўна адмовілася ад гэтага ўяўлення, зрабіўшы яго чыста гістарычным фактам.) У адрозненне ад Ньютана<sup>66</sup> Гюйгенс у сваёй тэорыі надаваў самае істотнае значэнне для разумення святла асяроддзю, у якім яно распаўсюджваецца.

На працягу XVIII ст. у опыты дамінавала карпускулярная канцэпцыя І. Ньютана. А вось XIX ст. прайшло пад знакам хвалевай канцэпцыі. Ужо на яго пачатку англійскі навуковец Т. Юнг (1773–1829) звярнуўся да ідэі хвалевай прыроды святла, грунтуючыся на прынцыпе інтэрферэнцыі (адкрытым ім пры даследаванні гукавых хваль). Наступны важны крок на шляху да сцвярджэння згаданай ідэі ў навуковым асяродку быў зроблены французскім фізікам і інжынерам А. Фрэнэлем (1788–1827), адпаведныя працы якога надзвычай высока ацэньваюцца гісторыкамі навукі [77, с.618]. Сапраўды, у сваіх аптычных даследаваннях ён дасягнуў бліскучых вынікаў і ў тэарэтычным, і ў эмпірычным плане (да яго заслуг належаць дакладная матэматычная фармулёўка хвалевай тэорыі святла, здзяйсненне вытанчаных эксперыментаў дзеля яе эмпірычнай праверкі, вызначэнне даўжыні светлавой хвалі і г. д.).

Важнай падзеяй у кантэксце сцвярджэння хвалевага падыходу ў опыты (і, як высветліцца далей, у кантэксце сучасных касмалагічных даследаванняў) было адкрыццё аўстрыйскім і французскім фізікамі К. Доплерам (1803–1853) і А. Фізо (1819–1896) феномена, які быў названы ў іх гонар эфектам Доплера–Фізо. У 1842 г. К. Доплер, эксперыментуючы з гукавымі хвалямі, выявіў, што іх частата залежыць ад характарыстык (напрамку, хуткасці) руху іх крыніцы і назіральніка (яна павялічваецца пры набліжэнні згаданай крыніцы да яго і памяншаецца пры аддаленні). Зыходзячы з хвалевых аптычных уяўленняў, ён меркаваў, што адпаведная з’ява павінна мець месца і на ўзроўні святла. А. Фізо паказаў, што гэта сапраўды так, выявіўшы, як згаданы эфект адбіваецца на спектрах крыніц светлагага выпраменьвання, што рухаюцца адносна назіральніка<sup>67</sup>.

<sup>66</sup> Ньютан звяртаўся да ідэі ўзаемадзеяння святла і асяроддзя, у якім яно распаўсюджваецца, толькі для тлумачэння тых момантаў, што выклікалі ў яго істотныя цяжкасці, напрыклад, дыфракцыі.

<sup>67</sup> А. Фізо належаць шэраг заслуг у справе развіцця оптыкі (зрэшты, не толькі яе). Так, напрыклад, ён эксперыментальным шляхам вызначыў хуткасць святла ў зямных умовах і выявіў яе залежнасць ад асяроддзя, у якім яно распаўсюджваецца [3, с.310].

У наступным параграфі будзе паказана, што выдатны шатландскі фізік Д.-К. Максвел уключыў святло ў тэарэтычную схему, якая апісвае электрамагнітныя палі і хвалі.

*Такім чынам, у XVII ст. опытка як галіна фізічных даследаванняў набывае сваю аўтаномію. У ёй усталёўваецца механічны падыход, асновы якога былі закладзены Дэкартам. У выніку інтэнсіўных тэарэтычных і эмпірычных пошукаў, што вяліся ў гэты час на дадзеным кірунку, былі распрацаваны карпускулярная (І. Ньютан) і хвалевае (К. Гюйгенс) тэорыі святла. XVIII ст. прайшло пад знакам першай з іх, а ў XIX ст. дамінавала другая. Дадзенае дамінаванне было замацавана тэорыяй электрамагнетызму Д.-К. Максвела, у рамках якой святло разглядаецца як пэўная разнавіднасць электрамагнітных хваль.*

### Пытанні і заданні

1. Класічная опытка, як падаецца, мае штосьці ад свайго прадмета даследавання і выглядае досыць мабільнай: кожнае стагоддзе ў ёй адбываліся кардынальныя канцэптualныя змены. Як бы вы растлумачылі гэты момант?

2. Паспрабуйце сістэматызаваць аргументы, што прыводзіліся ў XVII–XVIII стст. на карысць хвалевай і карпускулярнай тэорыі святла.

3. Карпускулярную опытку часам характарызуюць як геаметрычную, а хвалевую – як фізічную. Падумайце пра падставы для такіх характарыстык.

4. Якое значэнне, на вашу думку, распрацаваныя ў XVII–XIX стст. тэорыі святла мелі для далейшага развіцця фізікі?

### 3.6. Класічная электрадынаміка

*Электрадынаміка – гэта раздзел фізікі, у якім вывучаюцца ўзаемадзеянні рухомах электрычных зарадаў (узаемадзеянні нерухомах зарадаў даследуюцца ў рамках электростатыкі). Вяршыняй класічнай электрадынамікі з’яўляецца распрацаваная Д.-К. Максвелем тэорыя электрамагнетызму. Яе распрацоўка была падрыхтаваная, аднак, інтэнсіўнымі пошукамі іншых даследчыкаў, якія цікавіліся электрычнымі і магнітнымі з’явамі, а таксама развіццём опыкі, бо максвелаўская тэорыя разглядае святло як разнавіднасць электрамагнітных хваль.*

Напачатку XIX ст. электрычнасць спасцігалася навукоўцамі як таямнічая нябачная вадкасць, і найпрынцыповейшым ім па-

давалася пытанне пра тое, існуе адна такая вадкасць ці іх дзве [78, с.591–592]. Дадзеная тэорыя, якая сучасным фізікам бачыцца найўнай, цалкам і поўнаасцю адпавядала механістычнай праграме, якая засяроджвала ўвагу даследчыкаў на матэрыяльных утварэннях і простых сілах, з якімі яны дзейнічаюць адно на адно [30, с.78–79]. Пазіцыі механістычнай парадыгмы ў вывучэнні электрычных з’яў умяцоўваліся і дакладна вызначанай Ш. Кулонам (1736–1806) залежнасцю<sup>68</sup> сілы ўзаемадзеяння паміж стацыянарнымі зараджанымі целамі ад адлегласці паміж імі: яна ідэнтычная той, што назіраецца пры гравітацыйных узаемадзеяннях<sup>69</sup> [30, с.79].

Ідэнтычная сітуацыя назіралася і ў выпадку магнітных з’яў, пры тлумачэнні якіх таксама ўводзіліся спецыфічныя субстанцыі як носбіты сіл прыцягнення і адштурхоўвання. Што да гэтых сіл, то – як даводзяць А.Эйнштэйн і Л.Інфельд – фізічная іх карціна была досыць прастай і элегантнай. Гэта дасягалася, аднак, надта дарагім коштам – ускладненнем уяўленняў пра структуру матэрыі, увядзеннем эмпірычна ніяк не абгрунтаваных яе відаў. У дадатак да ўсяго пастуляваныя такім чынам субстанцыі (як і цепларод у тэорыі цеплыні, што дамінавала ў навуцы ў гэты час) былі досыць экзатычнымі: яны мусілі быць бязважкімі, бо вагі не рэгістравалі іх прысутнасць у адпаведных аб’ектах [30, с.87].

Магутны імпульс новым тэарэтычным пошукам у дадзенай сферы быў нададзены эксперыментальнымі даследаваннямі, якія прынеслі шэраг важных вынікаў. Калі разглядаць іх у кантэксце далейшага развіцця электрадынамікі, то ў першую чаргу сярод іх неабходна вылучыць вынікі, дасягнутыя дацкім фізікам Г.-К. Эрстэдам (1777–1851) і французскім – А.-М. Амперам (1775–1836). Эрстэд на грунце сваіх філасофскіх перакананняў меркаваў, што паміж электрычнасцю і магнетызмам, якія дагэтуль разглядаліся як самастойныя, незалежныя адна ад адной з’явы, павінна існаваць узаемасувязь [78, с.593]. І філасофскія аргументы не падманулі навукоўца: ён здолеў даказаць эксперыментальна (у 1820 г.) *наяўнасць сувязі паміж элект-*

<sup>68</sup> Дадзеная залежнасць вынікала з даследаванняў Б. Франкліна (1706–1790), Д. Прыстлі і Г. Кавендыша (1731–1810). На неабходны ўзровень дакладнасці пры правядзенні адпаведных вымярэнняў, аднак, упершыню здолеў узняцца менавіта Ш. Кулон [78, с.508–509].

<sup>69</sup> Сіла электрычнага ўзаемадзеяння, як і сіла гравітацыі, адваротна прапарцыянальная квадрату адлегласці паміж аб’ектамі, якія ўзаемадзейнічаюць паміж сабой.

рычным токам і магнетызмам, якая выяўляецца ў магнітным дзеянні току. Акрамя таго, як указваюць А. Эйнштэйн і Л. Інфельд, разгледжаны ў кантэксте механістычнай даследчай праграмы дослед Эрстэда выглядаў досыць дзіўна і ствараў для яе пэўныя цяжкасці. У яго выніку высветлілася, што праваднік з токам уздзейнічае на магнітную стрэлку і дадзенае ўздзеянне мусіла быць скіраваным перпендыкулярна да лініі, якая іх злучае. Механіка, аднак, дагэтуль мела справу толькі з сіламі, якія дзейнічаюць уздоўж лініі, што злучае ўзаемадзейныя аб'екты [30, с.92].

Ампер у выніку сваіх эксперыментальных і тэарэтычных даследаванняў удакладніў, развіў і абагульніў зробленае Эрстэдам. Ён апісаў уздзеянне току на магніт і магніта на ток. Увогуле, навуковец прыйшоў да высновы, што прычынай магнетызму з'яўляецца менавіта рух электрычных зарадаў. Ён выявіў, што электрычныя токі ўступаюць у магнітныя ўзаемадзеянні паміж сабой, і раскрыў іх характар [7, с.165–166]. У сувязі з гэтым ён выказаў гіпотэзу, згодна з якой магніт складаецца з малекул, у якіх няспынна цыркулююць электрычныя токі [78, с.593].

Наступны этап у працэсе стварэння класічнай тэорыі электрычнасці і магнетызму звязаны з пошукамі выдатнага англійскага фізіка М. Фарадэя (1791–1867). У сваіх даследаваннях ён зыходзіў з гіпотэзы, паводле якой сувязь згаданых феноменаў з'яўляецца сіметрычнай: калі электрычны ток выяўляе магнітныя эфекты, то павінна мець месца і адваротнае: магнетызм павінен спараджаць электрычнасць. Як паказалі далейшыя падзеі, гіпотэза была слушнай і плённай. Фарадэй у выніку працяглых і ўпартых эксперыментальных даследаванняў здолеў даказаць, што рухомы магніт сапраўды выклікае ў правадніку, на які ён уздзейнічае, электрычны ток (гэтая з'ява атрымала назву *электрамагнітнай індукцыі*) [7, с.192]. Дадзенае адкрыццё мела каласальнае практычнае значэнне. Акрамя таго, яно дало магутны штуршок і далейшым тэарэтычным пошукам. У першую чаргу ў сувязі з ім з усёй вастрынёй паўставала пытанне пра тое, як сувязь паміж электрычнасцю і магнетызмам можа здзяйсняцца ў пустой прасторы?

Аналізуючы дадзенае пытанне і шукаючы на яго адказ, Фарадэй у выніку кінуў выклік тэорыі дзеяння на адлегласці, увёўшы ўяўленні пра *поле* і яго *сілавую лінію* (спачатку ў дачы-

ненні да магнітных узаемадзеянняў, а затым і электрычных). Поле разглядалася ім як пэўны стан асяроддзя (прасторы), яно характарызавалася бесперапыннасцю і таму супрацьпастаўлялася карпускулярна ўладкаванай матэрыі. Такім чынам, быў створаны грунт для таго, каб задзейнічаць *прынцып блізкадзеяння* ў апісанні і тлумачэнні фізічных з’яў.

Неабходна адзначыць, што ідэя поля паўстала не на пустым месцы. Яна мела свае перадумовы ў развіцці оптыкі ў Новы час (у прызнанні эфіру стыхій, у якой распаўсюджваецца святло), у гідрадынаміцы і інш. У якасці яе філасофскіх перадумоў могуць разглядацца вучэнні Анаксімена і стоікаў, у якіх першасная роля ў Сусвеце адводзіцца бесперапыннаму пачатку [46, т.2, с.923]. Важнае значэнне ў распрацоўцы ідэі поля як адметнага тыпу фізічнай рэальнасці мела таксама механічная філасофія Бошкавіча, які пашырыў паняцце матэрыі на сілу і паслядоўна прытрымліваўся прынцыпу, паводле якога матэрыя не можа дзейнічаць там, дзе яе няма [34, т.3, с.715]. Ідэі Бошкавіча знайшлі водгук у Англіі і праз настаўніка Фарадэя Х. Дэві моцна паўплывалі на яго [46, т.2, с. 924].

Гісторыкі і тэарэтыкі навукі калі-нікалі ўказваюць на непаслядоўнасць Фарадэя ў прызнанні матэрыяльнага, рэальнага характару сілавых ліній [34, т.3, с.715]. Аднак гэта, хутчэй за ўсё, былі толькі часовыя ваганні. У канчатковым выніку навуковец аддаў перавагу рэалістычнаму падыходу [46, т.2, с. 924]. Ён увагуле выказаў ідэю, што прастора напоўнена сілавымі лініямі і што святло, а таксама цеплыня з’яўляюцца, магчыма, ваганнямі, якія распаўсюджваюцца ўздоўж такіх ліній.

Дадзеная – надзвычай плённая – ідэя патрабавала, аднак, матэматычнай апрацоўкі, якая была бліскуча здзейснена выдатным шатландскім фізікам Д.-К. Максвелам. У выніку навуковец здолеў звесці ў адзіную глабальную тэарэтычную схему апісанне і тлумачэнне электрычных і магнітных з’яў. Згаданая схема выступае як *тэорыя адзінага электрамагнітнага поля*. Зменлівыя (віхровыя) электрычныя і магнітныя палі разглядаюцца ў ёй у цеснай узаемасувязі. Грунтоўныя ўраўненні гэтай тэорыі (у вучэнні пра электрамагнетызм ім традыцыйна надаецца статус, ідэнтычны законам Ньютана ў класічнай механіцы) дазваляюць апісаць згаданыя палі ў розных пунктах прасторы (пры дадзеным размеркаванні электрычных зарадаў і токаў) [7, с.265]. Максвел прыйшоў таксама да высновы, згодна з якой яны змяняюцца такім чынам, што ўзнікаюць

электрамагнітныя хвалі. Ён здолеў даказаць, што святло з'яўляецца пэўнай разнавіднасцю такіх хваль, і выказаў думку, што яны павінны выяўляць эфекты, уласцівыя светлавым хвалям (адлюстраванне, пераламленне і г.д.).

Такім чынам, тэорыя Максвела, як і класічная механіка, мае “сінтэтычны” характар: разнародныя, на першы погляд, феномены спасцігаюцца ў ёй у іх істотнай тоеснасці, так што адрозненні паміж імі набываюць чыста колькасны характар. Адсюль вынікала магчымасць існавання ў свеце выпраменьвання розных відаў хваль – хваль, якія маюць самую розную частату (ці даўжыню). Дадзеная выснова (як і прадказанне адносна наяўнасці ў электрамагнітных ваганняў уласцівасцей светлавых хваль) была эксперыментальна пацверджана Г. Герцам (1857–1894).

Неабходна адзначыць, што на Максвела моцна паўплывалі працы лорда Кельвіна, таксама захопленага ідэямі Фарадэя. Лорд Кельвін імкнуўся даказаць, што электрамагнітныя ўзаемадзеянні здзяйсняюцца ў эфіры. Гэта давала магчымасць механістычнай інтэрпрэтацыі электрамагнітнага поля (яго звязання да механікі дыскрэтна размеркаванага асяроддзя) [46, т.2, с.924]. Дадзеную гіпотэзу прыняў і Максвел. Яна прывяла, аднак, да ўзнікнення ў фізіцы парадоксаў, са спробай вырашэння якіх напачатку XX ст. паўстала спецыяльная тэорыя адноснасці.

Такім чынам, напачатку XIX ст. электрычныя і магнітныя ўзаемадзеянні даследаваліся навукоўцамі пры дапамозе механічных мадэляў і на грунце механістычнай праграмы – праз увядзенне спецыяльных матэрыяльных субстанцый, адказных за кожнае з іх. У працэсе інтэнсіўных тэарэтычных і эмпірычных пошукаў высветлілася, па-першае, глыбокая ўзаема сувязь электрычных і магнітных з'яў і, па-другое, было выпрацавана ўяўленне пра поле як пэўны стан асяроддзя, праз якое здзяйсняюцца ўзаемасувязі паміж імі. На гэтай аснове паўстала тэорыя адзінага электрамагнітнага поля. У яе рамках была выказана ідэя, згодна з якой электрычныя і магнітныя палі змяняюцца такім чынам, што ўзнікаюць электрамагнітныя хвалі, пэўнай разнавіднасцю якіх з'яўляецца і святло. Выснова пра магчымасць існавання розных відаў хваль такога кшталту, што вынікала са згаданай тэорыі, была пацверджана эксперыментальна. Класічная электрадынаміка мела,

аднак, і свае слабыя месцы (*гіпотэза эфіру*), праз пераадоленне якіх паўстала спецыяльная тэорыя адноснасці.

### Пытанні і заданні

1. Як вы лічыце, чаму напачатку XIX ст. навукоўцы ўводзілі спецыяльныя фізічныя субстанцыі дзеля тлумачэння электрычных і магнітных з’яў, хоць пры гэтым яны былі змушаны надаваць ім экзатычныя ўласцівасці?

2. Як лічаць А.Эйнштэйн і Л.Інфельд, “тэарэтычнае адкрыццё электрамагнітнай хвалі, што распаўсюджваецца з хуткасцю святла, належыць да найвялікшых дасягненняў у гісторыі навукі” [30, с.155–156]. Падумайце, чаму так высока ацэньваецца згаданае адкрыццё.

3. У шмат якіх тэарэтычных рэканструкцыях гістарычнага развіцця фізікі сучаснага тыпу класічная электрадынаміка разглядаецца як адмысловая форма фізічнай карціны свету [85, с.704]. Як вы лічыце, на чым грунтуецца такі разгляд?

4. Якія аспекты класічнай электрадынамікі з’яўляюцца, на ваш погляд, найбольш важнымі ў светапоглядным плане? Адказ абгрунтуйце.

### 3.7. Развіццё хіміі ў XIX ст.

Развіццё хіміі ў XIX ст. вызначалася найперш двума даследчымі кірункамі – усталяваннем *атамістычнай тэорыі* і распрацоўкай асноў *арганічнай хіміі*.

Ужо напачатку стагоддзя атамістычныя ўяўленні (пра дыскрэтную прыроду матэрыі, пра непадзельныя часцінкі як аснову спасціжэння і апісання рэальных з’яў і працэсаў) былі зацверджаны для тлумачэння хімічных рэакцый. Піянерам у гэтай справе быў англійскі навуковец Д.Дальтан (1766–1844). Яго тэорыя была, безумоўна падрыхтавана усім папярэднім развіццём фізікі і хіміі ў Новы час: карпускулярысцкі падыход займаў у іх істотнае месца. Непасрэдны штуршок да распрацоўкі свайго атамістычнага праекта навуковец атрымаў праз засяроджанае вывучэнне метэаралагічных з’яў<sup>70</sup>. У выніку

<sup>70</sup> У станаўленні рэвалюцыйнай тэорыі Дальтана, як і ў рэвалюцыйных пераўтварэннях хімічных ведаў, што адбыліся дзякуючы адкрыццям А. Лавуазье, істотнае месца належала даследаванням паветра. У цэнтры ўвагі новай хіміі знаходзіліся, такім чынам, газы, у той час як алхімікі засяроджваліся найперш на металах.

інтэнсіўных даследаванняў і пошукаў ён ужо ў 1803 г. прыйшоў да першых тэарэтычных абагульненняў атамістычнага характару. Ён пастуляваў, што кожны прысутны ў атмасферы газ “складаецца са свайго ўласнага тыпу атамаў; калі газ больш цяжкі, больш цяжкімі з’яўляюцца і яго атамы”, а таксама, што “атамы пэўнага тыпу прыцягваюцца адзін да аднаго” [78, с.574].

Акрамя таго, у сваіх развагах і пошуках на гэтым кірунку Дальтан абапіраўся на набыткі стэхіяметрыі (ад старажытнагр. *stoicheion* – элемент і *metron* – мера), матэматычнага раздзела хіміі (у ім вивучаюцца колькасныя суадносіны рэчываў, што ўступаюць у хімічныя рэакцыі, і іх прадуктаў). Найперш яны змусілі навукоўца задумацца, чаму хімікі, карпатліва ўзважваючы простыя і складаныя рэчывы і выяўляючы суадносіны іх вагі, не паспрабавалі вывесці са знойдзеных у адпаведных даследаваннях прапорцый суадносіны ў вазе апошніх, непадзельных часцінак, з якіх рэчывы складаюцца, гэта значыць атамаў [26, с.77]. Якімі б прычынамі ні выклікалася адсутнасць такіх спроб, на думку навукоўца, іх варта было прадпрыняць, бо ў выніку хімікі маглі б атрымаць магутны пазнавальны інструмент. У дадзенай сувязі выразна выявіліся і асаблівасці дальтанаўскай інтэрпрэтацыі, дальтанаўскага бачання атамаў. Той момант, што атамы з’яўляюцца адносна самастойнымі элементарнымі матэрыяльнымі ўтварэннямі (гэта значыць для матэрыі ўласціва дыскрэтная будова), быў характэрны для ўсіх атамістычных вучэнняў. Ён выступае як аснова і для Дальтана. У больш канкрэтным плане навукоўца цікавілі, аднак, не памеры і асаблівасці руху гэтых часцінак, а іх вага і вызначэнне іх суадносін паводле гэтай характарыстыкі (у навуцы таго часу існавала магчымасць толькі яе адноснага вызначэння). І, як паказалі далейшыя падзеі, дадзены падыход выступіў як праграматычны для эксперыментальнай хіміі XIX ст. увагуле [26, с.78].

У 1808 г. Дальтан прадставіў сваю тэорыю ў поўнай і распрацаванай форме. Яна давала простае і эфектыўнае тлумачэнне *хімічных рэакцый*, згодна з якім яны ўяўляюць сабой не што іншае, як *злучэнне ці раз’яднанне атамаў задзейнічаных у іх рэчываў*. Акрамя таго, атамістычная тэорыя выразна выяўляла і тлумачыла колькасныя, стэхіяметрычныя законы хіміі. Таму шмат хто з выдатных навукоўцаў падтрымаў яе і працаваў у яе рэчышчы. У першую чаргу ў гэтым плане павінны быць адзна-

чаны Л. Гей-Люсак (1778–1850) і А. Авагадра (1776–1856). Гей-Люсак шмат зрабіў для яе эксперыментальнай праверкі і пацвярджэння [78, с.576], а Авагадра выступіў з важнай гіпотэзай, якая развівала і ўзбагачала яе і згодна з якой у аднолькавых аб’ёмах розных газаў знаходзіцца аднолькавая колькасць часцінак [26, с.78].

Разам з тым, аднак, атамістычная тэорыя выклікала ў часткі хімікаў насцярожанасць і апаску. Такая пазіцыя тлумачыцца ў немалой ступені псіхалагічнымі прычынамі. У памяці навукоўцаў былі яшчэ зусім свежымі ўспаміны пра тое, як яны “апякліся” на флагістоне. І вось новы нябачны, гіпатэтычны і няпэўны феномен – атамы. Як пераканацца, што гэта не пастка, не шлях да новых расчараванняў? Акрамя таго, дальтанаўская тэорыя не тлумачыла, якім чынам атамы злучаюцца ці раз’ядноўваюцца, не тлумачыла характар хімічных сувязяў. Адпаведнае тлумачэнне давала гіпотэза шведскага хіміка Я. Берцэліуса (1779–1848), якая дамінавала ў навуцы таго часу. Згодна з дадзенай гіпотэзай хімічныя злучэнні мусілі ўтварацца праз узаемапрыцягненне атамаў з супрацьлеглым электрычным зарадам [26, с.78]. У гэтым пункце, аднак, дальтанаўскі падыход, які дапускаў узаемапрыцягненне атамаў аднолькавага тыпу і ўтварэнне двухатамных малекул, знаходзіўся ў вострай супярэчнасці з ёй. Яшчэ адзін момант, які выклікаў істотныя праблемы для атамістычнай тэорыі, быў звязаны з перыядычнай табліцай Д.І. Мендзялеева. З аднаго боку, дадзеная табліца класіфікавала хімічныя элементы на падставе іх атамнай вагі (яе ўзрастання) і магла служыць як аргумент на карысць атамістычнага падыходу, але, з іншага – паўставала праблема, як растлумачыць яе перыядычнасць з пункту гледжання такога падыходу? У сувязі з гэтымі цяжкасцямі яго апаненты лічылі за лепшае трактаваць атамы як зручныя фікцыі, якія дазваляюць тлумачыць хімічныя рэакцыі, і не болей.

Некаторыя са згаданых праблем не маглі быць вырашаны на аснове атамістычнай тэорыі ва ўмовах XIX ст., бо патрабавалі для свайго рашэння значна больш глыбокіх ведаў і значна больш багатага арсенала эксперыментальных сродкаў, чым той, што быў у распараджэнні навукоўцаў гэтага часу. Таму яна сутыкалася з супраціўленнем часткі хімікаў на працягу ўсяго “класічнага” перыяду ў развіцці хімічнага пазнання. Разам з тым, аднак, пэўныя праблемы вырашаліся на яе карысць

дзякуючы эксперыментальным даследаванням. Так, спалучэнне атамаў аднолькавага тыпу у адной малекуле перастала ў сярэдзіне XIX ст. быць скандалам [26, с.77–78]. Атамістычная тэорыя, прызнанне рэальнага статусу атамаў ўсё-такі сцвярджала сябе, атамісты нярэдка атрымлівалі перамогі ў барацьбе са сваімі апанентамі. (Дадзеная тэндэнцыя была замацавана на міжнародным хімічным кангрэсе ў Карлсруэ, які адбыўся ў 1860 г. Там быў прыняты прапанаваны на аснове атамістычнай тэорыі спосаб запісу хімічных рэакцый [26, с.79].)

Перамозе атамістычнай тэорыі і яе далейшаму развіццю істотна паспрыялі і даследаванні ў галіне арганічнай хіміі. У працэсе гэтых даследаванняў выявілася, напрыклад, што толькі вагі недастаткова для адэкватнай характарыстыкі атамаў. Так, каб адказаць на пытанне, чаму элементы спалучаюцца паміж сабой у пэўных суадносінах хутчэй, чым у іншых, ім трэба было надаць яшчэ адну неад’емную ўласцівасць – *валентнасць* (здольнасць да ўсталявання пэўнай колькасці хімічных сувязяў) [20, с.192].

Неабходна адзначыць, што да XIX ст. арганічныя рэчывы лічыліся прынцыпова адрознымі ад мінеральных. Таму хімікі былі перакананы, што яны патрабуюць адмысловых пазнавальных працэдур (у гэтым выразна выявіўся ўплыў віталістычнай біялагічнай канцэпцыі). У XIX ст., аднак, навукоўцы зыходзілі ўжо хутчэй з адзінства хімічнай навукі, хоць яно сутыкалася і ў гэты час з пэўнымі небяспекамі і пагрозамі. Так, было высветлена, што арганічныя рэчывы складаюцца ў канчатковым выніку з тых жа элементаў, што і неарганічныя.

У абсягу класічнага прыродазнаўства сінтэз арганічных злучэнняў разглядаўся як грунтоўная даследчая задача, і былі зроблены першыя крокі да яе рашэння (сінтэз мачавіны, здзейснены ў 1828 г. нямецкім хімікам Ф. Вёлерам (1800–1882)). У 1847 г. англійскі навуковец (які, зрэшты, увёў паняцце валентнасці) Э. Франклэнд (1825–1899) адкрыў новы гатунак рэчываў – арганаметалічныя злучэнні, што таксама выступіла як важкі аргумент на карысць унутранага адзінства хімічных ведаў [20, с.192].

Такім чынам, характэрная для фізікі тэндэнцыя да аб’яднання разнародных у першым набліжэнні прадметаў у рамках адзінага тэарэтычнага падыходу выявілася і ў галіне хіміі. У рэчышчы гэтай тэндэнцыі адбываліся і даследаванні знакамі-

тага рускага навукоўца Д.І. Мендзялеева (1834–1907). Згаданая вышэй *класіфікацыя хімічных элементаў*, распрацаваная ім на аснове *перыядычнага закона ўзрастання атамных мас* (1869), належыць, безумоўна, да самых грунтоўных дасягненняў хіміі XIX ст.

Неабходнасць сістэматызацыі найпрасцейшых хімічных субстанцый наспела да гэтага часу. Справа ў тым, што на працягу XIX ст. хімікі здолелі адкрыць шмат новых элементаў: калі ў табліцы, прапанаванай А. Лавуазье, іх налічвалася 33, дык у табліцы Д.І. Мендзялеева – 70. Таксанамічны, класіфікацыйны аспект увогуле неад’емна ўласцівы навуковаму пазнанню, у абсягу якога з неабходнасцю дзейнічае прынцып сістэматычнасці. Таму хімікі не маглі прымірыцца з неўпарадкаванасцю найгрунтоўнейшых аб’ектаў у сферы іх даследчай дзейнасці. Пра гэта яскрава сведчыць і той факт, што адпаведную задачу імкнуліся вырашыць адначасова некалькі навукоўцаў. Табліца Д.І. Мендзялеева не была ні адзінай, ні першай класіфікацыяй хімічных элементаў. У сувязі з гэтым мелі месца нават спрэчкі адносна прыярытэту [20, с.180]. Яны былі вырашаны, аднак, на карысць Мендзялеева, і, як даводзяць гісторыкі хіміі, цалкам справядліва: яго класіфікацыя грунтавалася на пераасэнсаванні найважнейшых хімічных катэгорый, на рэканцэптуалізацыі хіміі [20, с.181–182].

Найістотнейшым аспектам згаданай рэканцэптуалізацыі было выразнае выяўленне адрознення паміж элементам і простым целам. Пры гэтым элемент спалучаўся з ідэяй атама, а простае цела – з ідэяй малекулы. Поспех Мендзялеева быў пагрунтаваны менавіта на дадзенай працэдуры, якая падаецца на першы погляд досыць трывіяльнай. Да яго, аднак, згаднае адрозненне нікім выразна не праводзілася, і хімікі ў сваіх таксанамічных намаганнях не мелі яснага ўяўлення, што яны на самай справе класіфікуюць [20, с.182].

Надзвычай высока гісторыкі навукі і навукоўцы ацэньваюць таксама распрацоўку *структурных уяўленняў* у хіміі XIX ст. (і выкарыстанне структурных формул) [77, с.832]. Выключна на аснове хімічных рэакцый і аналізу іх вынікаў хімікі здолелі зрабіць высновы пра тое, як атамы размешчаны ў малекулах! Асабліва важнае значэнне дадзены кірунак даследаванняў меў у галіне арганічнай хіміі. І ў гэтым плане вельмі высока ацэньваецца прадпрынятая нямецкім даследчыкам Ф. Кекуле

(1829–1896) распрацоўка структурнай формулы бензола. (Сучасны нямецкі філосаф-марксіст П.Плат, напрыклад, адзначае ў дадзенай сувязі той момант, што Кекуле прапанаваў дзве такія формулы і задоўга да квантава-механічнай рэвалюцыі ў фізіцы наблізіўся да ўяўлення, згодна з якім аб'ект можа быць адэкватна апісаны толькі пры дапамозе некалькіх розных карцін [34, т.1, с.462].)

*Такім чынам, стрыжнёвымі кірункамі ў гістарычным развіцці хіміі ў XIX ст. былі распрацоўка атамістычнага падыходу і стварэнне асноў арганічнай хіміі. Хоць атамістычная тэорыя і сутыкалася з супраціўленнем з боку некаторых даследчыкаў, яна, тым не менш, цвёрдзілася ў сістэме хімічнай навукі як грунтоўная, парадыгматычная. Да важных тэндэнцый у развіцці хімічнага пазнання ў гэты час належыць таксама хоць і небеспраблемнае, але няўхільнае замацаванне ў свядомасці хімікаў уяўлення пра ўнутранае адзінства іх навукі. Сярод іх найбольш важных тэарэтычных набыткаў неабходна згадаць класіфікацыю хімічных элементаў, распрацаваную Д.І. Мендзялеевым на аснове перыядычнага закона ўзрастання атамных мас, і разгортванне структурнага хімічнага мыслення.*

### Пытанні і заданні

1. У тэксце параграфа гаворка ішла пра канцэптуальныя, тэарэтычныя набыткі хімікаў у XIX ст. Аднак і ў гэты час яе развіццё характарызаваўся адзначаным вышэй (1.3.3) цесным яе ўзаемадзеяннем з практыкай, з вытворчасцю. Як бы вы ацанілі ў гэтым кантэксце катэгарычную заяву выдатнага нямецкага навукоўца гэтага часу Ю.фон Лібіха (1803–1873), згодна з якой галоўнай мэтай хіміі з'яўляецца штучнае стварэнне хімічных злучэнняў [26, с.991]? Якія прыклады ўзаемадзеяння хімічных даследаванняў і грамадскай практыкі ў гэты час вам вядомыя?

2. Як бы вы ацанілі гістарычнае значэнне атамістычнай тэорыі Д.Дальтана? Ці абмяжоўваецца яно толькі абсягам хіміі?

3. Паспрабуйце ўявіць, што вы прысутнічаеце на навуковай дыскусіі, прысвечанай атамістычнай тэорыі, якую вядуць хімікі XIX ст. Падумайце, якія аргументы за і супраць яе маглі б прагучаць пры гэтым.

4. Ці згодні вы з тым, што распрацоўка класіфікацыі хімічных элементаў у гэты час не была выпадковай падзеяй? Якімі аргументамі вы абгрунтуеце свой адказ?

5. Якія з адзначаных у тэксце параграфа з’яў у гістарычным развіцці хіміі ў XIX ст. мелі, на вашу думку, асаблівае значэнне для развіцця біялагічнай думкі? Чаму?

### **3.8. Рэвалюцыйныя біялагічныя адкрыцці ў XIX ст.**

Узнікненне біялогіі сучаснага тыпу звязана ў першую чаргу з абгрунтаваннем эвалюцыйнага вучэння Ч. Дарвінам і распрацоўкай клетачнай тэорыі М. Шляйдэнам (1804–1881), Т. Шванам (1810–1882) і Р. Вірхавам (1821–1902). Гэтыя дзве вялікія гістарычныя ў кантэксце развіцця біялагічнага пазнання падзеі адбыліся ў 30–50-х гг. XIX ст. У другой яго палове было зроблена яшчэ адно рэвалюцыйнае адкрыццё з магчымымі надзвычай важнымі наступствамі, якія, аднак, не былі на той час здзейсненыя, бо яно засталася незаўважаным. Гаворка ідзе пра выяўленне Г. Мендэлем (1822–1884) законаў спадчыннасці ў свеце жывога. Дадзеныя тры тэорыі стварылі трывалы падмурак для далейшага інтэнсіўнага развіцця біялогіі.

#### **3.8.1. Эвалюцыйная тэорыя Ч. Дарвіна**

Як вядома, *тэорыя эвалюцыі*, распрацаваная Ч. Дарвінам, не была гістарычна першай формай эвалюцыянізму<sup>71</sup> ў біялогіі. Яна была першай дастаткова абгрунтаванай яго формай, абгрунтаванай настолькі, каб у канчатковым выніку пераканаць большасць навуковай супольнасці ў сваёй рацыі і забяспечыць сабе яе падтрымку. Найважнейшае значэнне ў дадзенай сувязі мела тое, што яна абапіралася на надзвычай багатыя эмпірычныя матэрыялы. Значныя вынікі прынесла ў гэтым плане знакамітае даследчае падарожжа Ч. Дарвіна на караблі “Бігль” (1831–1836). Падчас яго ў маладога навукоўца з’явіліся першыя сумненні ў нязменнасці біялагічных відаў. Яны перараслі ў грунтоўную аналітычную працу, якая распачалася адразу пасля яго завяршэння.

---

<sup>71</sup> Неабходна адзначыць, што Дарвіну не да спадобы быў тэрмін “эвалюцыя”, ён супраціўляўся, як мог, яго ўжыванню ў дачыненні да сваёй тэорыі. Тым не менш да 70-х гг. XIX ст. дадзены тэрмін набыў трывалую біялагічную афарбоўку і ад гэтага часу ўжываўся для абазначэння працэсу развіцця арганічнага свету [26, с.388].

Моцны штуршок згаданы аналіз атрымаў праз сутыкненне Ч. Дарвіна з ідэямі Т. Мальтуса, згодна з якімі паміж людзьмі павінна адбывацца жорсткая барацьба за доступ да жыццёвых даброт. Справа ў тым, што, як меркаваў Мальтус, колькасць людзей на Зямлі павялічваецца ў геаметрычнай прагрэсіі, а сродкі для існавання – у арыфметычнай. Гэтыя мальтузіянскія палажэнні, накладзеныя на шматгадовыя назіранні Дарвіна за падзеямі і ўзаемадзейненнямі ў свеце жывёл і раслін, адкрылі навукоўцу вочы на тое, што асноўная роля ва ўнутраным механізме эвалюцыйнага працэсу належыць *натуральнаму адбору* [59, с.26]. Дадзенае адкрыццё адбылося ў 1838 г. Дарвін не спяшаўся, аднак, агалошваць яго. Яшчэ дваццаць гадоў упартай працы спатрэбілася навукоўцу, каб быць упэўненым у пераканаўчай абгрунтаванасці сваёй высновы<sup>72</sup>.

Неабходна адзначыць, што адначасова з Ч. Дарвінам і незалежна ад яго эвалюцыйную тэорыю, пагрунтаваную на блізкай да дарвінаўскага прынцыпу натуральнага адбору ідэі распрацаваў малады англійскі натураліст А. Уолес (1823–1913). Цікава, што для яго быў характэрны ідэнтычны дарвінаўскаму стыль даследчай дзейнасці (інтэнсіўныя назіранні, працяглыя даследчыя падарожжы) [34, т.1, с.961] і што яго падыход таксама быў інспіраваны інтэлектуальным сутыкненнем з мальтузіянствам [59, с.33]. Пытаннем пра навуковы прыярытэт у дадзенай сітуацыі займаліся сябры Дарвіна, і яно было вырашана на яго карысць. Ні Ч. Дарвін, ні А. Уолес, які знаходзіўся ў гэты час у даследчым падарожжы, удзел у адпаведным абмеркаванні не бралі [59, с.33]. Тым не менш да канфлікту паміж імі справа не дайшла. Наадварот, гісторыкі навукі даводзяць пра іх сяброўства [78, с.556].

Лагічныя падставы для тэзы пра грунтоўную ролю натуральнага адбору ў працэсе эвалюцыі ўтвараюць палажэнні пра зменлівасць арганізмаў (прычыны і прынцып дзеяння якой ні Дарвіну, ні Уолесу не былі вядомыя) і пра перавышэнне абумоўленай наяўнымі ў прыродзе сродкамі для падтрымання жыцця нормы нараджальнасці. Згаданае перавышэнне павінна весці да канкурэнцыі паміж арганізмамі, вынік якой вызначаецца іх жыццяздольнасцю ў дадзеных умовах, у пэўным

---

<sup>72</sup> Некаторыя даследчыкі растлумачваюць дадзенае прамаруджванне не імкненнем Дарвіна ўмацаваць падмурак сваёй тэорыі, а ўсведамленнем яе недастатковасці [34, т.1, с.953].

асяродзі. Больш прыстасаваныя да яго асобіны маюць больш шанцаў пакінуць нашчадкаў.

Пэўнае прыроднае асяроддзе выконвае, такім чынам, ролю фактара, які накіроўвае натуральны адбор. Яно спрыяе тым зменам у складзе папуляцый, якія больш адпавядаюць яго характару і асаблівасцям. У выніку на іх аснове ў пэўных выпадках (напрыклад, пры адносна хуткай экалагічнай перабудове, калі рэзка ўзмацняецца селектыўны ціск навакольнага асяроддзя на закранутыя ёю папуляцыі) могуць утварацца новыя біялагічныя віды. А вось неадпаведныя, неадэкватныя яму змяненні на ўзроўні арганізмаў не стымулююцца, не падтрымліваюцца ім. Асобіны, якім цяжэй прыстасавацца да навакольных умоў, маюць менш рэпрадуктыўных шанцаў і прайграюць у “барацьбе за існаванне”.

Такім чынам, Ч. Дарвін не адмовіўся ад ламаркісцкай ідэі наслідавання наступнымі пакаленнямі набытых пэўнай істотай біялагічных характарыстык. Ён настойваў, аднак, на варыятыўнасці згаданага наслідавання: ад кожнага арганізма могуць паходзіць нашчадкі з самымі рознымі ўласцівасцямі (узнікаюць да слушнага тэорэтычнага тлумачэння спадчыннасці ў жывой прыродзе навуковец, аднак, не здолеў, хоць і спрабаваў гэта зрабіць). Селектыўныя механізмы ўмешваюцца ў згаданы працэс апісаным вышэй абмежавальным чынам [26, с.445].

Разам з ідэяй натуральнага адбору грунтоўнае значэнне ў дарвінаўскай тэорыі эвалюцыі мае ўяўленне пра адзінства паходжання наяўных формаў жыцця. Яны ўзыходзяць праз мноства папярэдніх пакаленняў да невялікай колькасці прародзічаў, першаформаў [34, т.1, с.478]. Пры гэтым, як падкрэсліў Ч. Дарвін, эвалюцыя мае не лінейны характар, а хутчэй здзяйсняецца ў розных кірунках, утвараючы магутнае разгалінаванае дрэва, дрэва жыцця. У эвалюцыйным працэсе ёсць месца і для ўскладнення жывых формаў, і для нязначнага іх адаптацыйнага ўдасканалення, і для дэградацыі пэўных іх элементаў, органаў, складовых частак [46, т.2, с.837]. Чалавек, паводле Ч. Дарвіна, таксама належыць да гэтага дрэва. Антрапагенез разглядаўся ім як прыватны выпадак узнікнення новых біялагічных відаў і мусіў быць падпарадкаваны адпаведным прыродным заканамернасцям.

Як даводзілася напачатку дадзенага параграфа, дарвінаўскае вучэнне здолела схіліць большасць навуковай супольнасці

прыняць прынцып эвалюцыянізму. Тая форма эвалюцыйнай тэорыі, якой пры гэтым аддавалася перавага, мела, аднак, кампрамісны паміж дарвінізмам і неаламаркізмам характар [26, с.445]. У згаданым напрамку, да ўсё больш выразнага кампрамісу з неаламаркісцкімі ідэямі, змяняліся і погляды самога Дарвіна [34, т.1, с.953]. Пры гэтым неабходна мець на ўвазе, аднак, што ўзнікненне неаламаркізму разглядаецца гісторыкамі навукі як наступства дарвінаўскай рэвалюцыі ў біялогіі і як рэакцыя на яе [34, т.1, с.477]. Разам з тым некаторыя прыхільнікі эвалюцыйнага вучэння (А.Уолес, А.Вайсман (1834–1914)) займалі бескампрамісную дарвінісцкую пазіцыю ў пытанні пра натуральны адбор як рухавік узнікнення новых відаў і працягвалі інтэнсіўную даследчую працу, скіраваную на яе абгрунтаванне [26, с.445].

Неабходна адзначыць, што ідэі Ч. Дарвіна не зніклі з дагляду сучаснай біялогіі. Яны згадваюцца ў навуковых дыскусіях, на іх робяцца спасылкі ў навуковых працах, пра іх вядуцца спрэчкі. Дадзеная сітуацыя (калі навуковая супольнасць дастаткова развітой галіны пазнання так актыўна зважае на працы аднаго навукоўца, якія належаць досыць аддаленаму мінуламу) з'яўляецца ўнікальнай у сучаснай навуцы і патрабуе спецыяльнага аналізу [76, с.204–205].

Вышэй ішла гаворка пра магутны ўплыў дарвінізму на культуру і на светапоглядныя пошукі чалавецтва. Ён нёс (і нясе) у сабе здольнасць да праблематызацыі звыклых і, магчыма, прыемных уяўленняў чалавека пра сваё месца, ролю і значэнне ў Сусвеце і пра сваю існасць увогуле. Следам за пагрунтаванай на каперніканскім прынцыпе касмалогіяй дарвінаўская тэорыя эвалюцыі змусіла яго задумацца пра правамернасць сваіх прэтэнзій на абсалютную выключнасць у гэтым плане. Сапраўды, яна даводзіла, што чалавек уяўляе сабой не што іншае, як арганічную частку прыроды, што ён паўстаў найперш як біялагічны від у працэсе развіцця жывых яе формаў, падпарадкаванага яе законам. У сувязі з гэтым узнікненне дарвінізму выклікала не проста чарговую сутычку навукі і рэлігіі, а магутную духоўную калізію, якая доўжыцца і сёння.

Эвалюцыйная тэорыя істотна паўплывала на філасофію і гуманітарныя навукі. У немалой ступені пра гэта сведчыць багацце назваў тэарэтычных кірункаў, у якіх задзейнічаны эпітэт “эвалюцыйны”: эвалюцыйная этыка, эвалюцыйная эпістэمالо-

гія і да т.п. [26, с.388]. Увогуле, спробы экстрапаляваць эвалюцыйнае вучэнне на сацыяльнае жыццё былі зроблены практычна адразу пасля выхаду ў свет у 1859 г. “Паходжання відаў” (працы Ч. Дарвіна, у якой яно было ўпершыню сістэматычна выкладзена). Найбольш вядомай і дыскусійнай з такога кшталту экстрапаляцый з’яўляецца, безумоўна, сацыял-дарвінісцкая канцэпцыя Г. Спенсера (1820–1903)<sup>73</sup>. Спенсер даводзіў, што грамадства няўхільна прагрэсіруе і што ўнутраны механізм сацыяльнага прагрэсу ідэнтычны таму, што рухае эвалюцыю жывой прыроды. Ядро згаданага механізма – барацьба за выжыванне, у якой перамагаюць асобы, найлепш прыстасаваныя да сацыяльных умоў. Абсалютна відавочна, што сацыял-дарвінісцкія ідэі ўяўляюць сабой надзвычай зручны аргумент для апраўдання каланіялізму, расізму, “лакцявога” грамадства і г. д. Відавочны і іх вульгарна-матэрыялістычны, рэдукцыянісцкі (біялагізатарскі)<sup>74</sup> характар. Рэдукцыянізм, аднак, – досыць ненадзейны грунт для пабудовы навуковай тэорыі.

### 3.8.2. Клетачная тэорыя

Сур’ёзныя навуковыя даследаванні такога біялагічнага аб’екта, як клетка, магчымы толькі пры наяўнасці якасных мікраскопаў. Таму, хоць клетка была адкрыта Р. Гукам у 1665 г., з’яўленне клетачнай тэорыі прыпадае на другую траціну XIX ст. (што было вынікам і інтэнсіўнага разгортвання біялагічных даследаванняў, і прагрэсу ў галіне тэарэтычнай і ўжыткавай опыці).

У 1838 г. М.Шляйдэн зрабіў выснову, што *клетка з’яўляецца грунтоўнай адзінкай будовы ўсіх раслінных арганізмаў*. У гэтым самым годзе Т. Шван *нашырыў дадзеную тэзу на арганізмы жывёл і канстатаваў, такім чынам, структурнае адзінства ўсяго жывога*. Разам з тым, аднак, новае гучанне набыло і наяўнае ўжо ў праблемным полі біялагічнага пазнання пытанне пра мікраструктурныя адрозненні раслінных і жывёльных арганізмаў. Яно фармулявалася цяпер у кантэксце клетачнай тэорыі, і навуковы пошук на зададзеным ім кірунку вёўся на

<sup>73</sup> Неабходна мець на ўвазе, што суадносіны эвалюцыйнай філасофіі Г. Спенсера і эвалюцыйнай біялогіі Ч. Дарвіна ўвогуле маюць досыць складаны характар і не могуць быць апісаны адэкватна, калі прытрымлівацца толькі згаданага ўяўлення пра экстрапаляцыю Спенсерам дарвінаўскіх ідэй на развіццё грамадства.

<sup>74</sup> Сацыял-дарвінізм зводзіць грамадскія дачыненні і з’явы да біялагічных.

гэтым новым грунце [46, т.12, с.1277]. Неабходна адзначыць, што ідэя грунтоўнай ролі клеткі ў свеце жывога, уяўленне пра яе як элементарнае ўтварэнне, з якога паўстала каласальная разнастайнасць жыццёвых формаў, распрацоўваліся ў гэты час не толькі ў межах навуковага дыскурсу, які абапіраўся на мікраскапічныя даследаванні, але і ў натурфіласофскім асяродку, дзе яны абгрунтоўваліся пры дапамозе філасофскіх аргументаў (Л.Окен (1779–1851)) [78, с.560].

Разам з тэарэтычнымі пошукамі ў дадзенай сферы працягваліся інтэнсіўныя мікраскапічныя назіранні. Дзякуючы ім быў зроблены крок наперад у выяўленні ўнутранай структуры клеткі. Да адкрытага ў XVIII ст. ядра, якое ў першай палове XIX ст. разглядалася біёлагамі як неад’емны яе кампанент, у гэты час далучылася вязкая вадкасць, якую на той момант абазначаў тэрмін “пратаплазма” і якая зрабілася аб’ектам мікраскапічнага і хімічнага вывучэння [26, с.445].

Вялікая ўвага надавалася ў працэсе распрацоўкі згаданай тэорыі праблеме ўтварэння клеткі. М. Шляйдэн меркаваў, напрыклад, што раслінныя клеткі ўзнікаюць у вадкім зярністым асяроддзі. Спачатку ў ім паўстае “ядзерка”, яно вырастае ў ядро, над якім знаходзіцца празрыстая бурбалка. Праз яе павелічэнне і адбываецца ўтварэнне клеткі. Т. Шван таксама падкрэсліваў істотнае значэнне ў згаданым працэсе клетачнага ядра і яго ўзнікнення. Месцам, дзе ён адбываецца, навуковец лічыў міжклетачную прастору. заключным яго этапам, на думку Т. Швана, з’яўляецца ўтварэнне мембраны, што акаляе ўнутранае змесціва клеткі [46, т.12, с.1278].

Досыць хутка, аднак, высветлілася, што гэтыя і іншыя – інспіраваныя імі – тэарэтычныя сцэнарыі з’яўляюцца бясплённымі. Як паказаў Р. Вірхаў, *клетка можа ўзнікнуць толькі з іншай клеткі*. Акрамя таго, навуковец лічыў, што ў яе абліччы навука адкрыла апошняе (хоць і надзеленае багатай унутранай структурай) звязно ў сістэме арганізма, *нязводны да чагосьці іншага цэнтр яго жыццядзейнасці* [78, с.561]. Ідэі Вірхава выступаюць як праграматычны падмурак для біялагічных даследаванняў, які ўвасабляе ў сабе “прыныцып бесперапыннасці арганічнай матэрыі” [46, т.12, с.1278]. І на ім сапраўды разгарнуўся плённы навуковы пошук. Сярод яго найважнейшых кірункаў гісторыкі і тэарэтыкі біялогіі адзначаюць вывучэнне працэсаў дзялення ядра і клеткі, значэння клеткі і яе кампанен-

таў у кантэксте спадчыннасці<sup>75</sup>, выяўленне асаблівасцей палавых клетак і аналіз працэсу апладнення [26, с.445; 46, т.12, с.1278]. У выніку адпаведных даследаванняў быў зроблены шэраг важных для далейшага развіцця біялогіі адкрыццяў (адзначым у дадзенай сувязі адкрыццё нямецкім біёлагам В. Флемінгам (1843–1905) у ядрах клетак храмасом<sup>76</sup>).

### 3.8.3. Тэорыя спадчыннасці Г. Мендэля

У 1865 г. Г. Мендэль сфармуляваў асновы сучаснай тэорыі спадчыннасці ў жывой прыродзе. Як было падкрэслена вышэй, ідэі Мендэля не сустрэлі значнага водгуку ў сучаснікаў і знайшлі прызнанне толькі ў пачатку XX ст. Згодна з тэарэтычнымі ўяўленнямі, што дамінавалі на той час у біялагічным вывучэнні спадчыннасці, кожная жывая істота мусіла наследаваць задаткі, здольнасці і схільнасці, якія выступаюць як прадукт змешвання да нейкага сярэдняга ўзроўню характэрных рыс бацькоўскага і мацярынскага арганізмаў [34, т.2, с.268]. У адrozenне ад гэтага выбудаванага на прынцыпе бесперапыннасці падыходу мендэлеўская тэорыя абапіралася на *прынцып дыскрэтнасці*. У адпаведнасці з ёю аплодненая яйцаклетка змяшчае ў сабе два (і ныйначай, як два) фактары<sup>77</sup>, адказныя за пэўную прыкмету будучага арганізма: адзін паходзіць з бацькоўскага, другі – з мацярынскага арганізма. У фенатыпе выяўляецца пэўны з іх, ён дамінуе. Другі фактар нібы знікае, ён ніяк не выяўляецца вонкі. Тым не менш ён можа быць перададзены наступнаму пакаленню і выявіцца ў ім.

Неабходна адзначыць, што на даследаванні Мендэля істотна паўплывала класічная механіка. Ён імкнуўся распрацаваць падобную да яе па сваёй лагічнасці і дакладнасці тэорыю спадчыннасці [51, с.30]. Свае даследаванні навуковец арганізаваў паводле ньютанаўскага ўзору, старанна праводзячы шматлікія і разнастайныя гібрыдалагічныя эксперыменты (эксперыменты па скрыжаванні раслін) і апрацоўваючы іх вынікі пры дапамозе

<sup>75</sup> Ужо ў 60-х гг. XIX ст. Э.Гекель выказаў думку, паводле якой ядро ў працэсе дзялення клеткі забяспечвае перадачу спадчынных задаткаў, у той час як пратаплазма “адказвае” за прыстасаванне да знешніх умоў [26, с.445].

<sup>76</sup> В.Флемінг істотна паспрыяў узбагачэнню біялагічнай тэрміналогіі і мовы біялогіі, увёўшы ў навуковы зварот такія тэрміны, як *храматын* і *мітоз*. А вось адкрытыя ім храмасомы былі названы так іншым нямецкім біёлагам – В. фон Вальдэерам-Гарцам (1836–1921) [78, с.562].

<sup>77</sup> Тэрмін “фактар” – гэта мендэлеўскі адпаведнік сучаснага тэрміна “ген”.

матэматычных (статыстычных) метадаў. Яго засяроджанасць на сваёй мары – адкрыць грунтоўныя законы спадчыннасці, як Ньютан адкрыў фундаментальныя законы механічнага руху, была шчодро адплочана лёсам: ён здолеў сфармуляваць тры законы, на якіх грунтуецца простая<sup>78</sup> перадача спадчыннай інфармацыі (перадача прыкмет, што вызначаюцца адным фактарам (генам)).

Згодна з *першым мендэлеўскім законам* у першым пакаленні монагібрыднага скрыжавання<sup>79</sup> назіраецца *аднастайнае дамінаванне прыкметы*, уласцівай пэўнаму з бацькоўскіх арганізмаў. *Другі закон вызначае вынікі скрыжавання асобін першага пакалення паміж сабой*. Статыстычная іх апрацоўка дазволіла выявіць колькасныя суадносіны паміж альтэрнатыўнымі фактарамі – тым, што аднастайна дамінаваў у першым пакаленні (дамінантным), і прыхаваным (рэцэсіўным). Дамінантная прыкмета і на гэтай ступені захоўвае сваю перавагу: *адпаведная залежнасць выглядае як 3:1 на яе карысць*. Такая залежнасць стасуецца з дапушчэннем пра тое, што кожная асобіна з’яўляецца носбітам дыскрэтных адзінак спадчыннай інфармацыі, якія паходзяць з абодвух бацькоўскіх арганізмаў. Паводле правіл камбінаторыкі ў дадзеным выпадку могуць мець месца чатыры варыянты размеркавання згаданых адзінак. У трох з іх прысутнічае дамінантны фактар (у адным ён спалучаецца з ідэнтычнай яму дамінантнай адзінкай і ў двух – з рэцэсіўнай). Ва ўсіх гэтых выпадках у фенатыпе адпаведных асобін выяўляецца дамінантная прыкмета. А вось чацвёрты варыянт рэцэсіўны ў сваім фенатыпічным выніку, бо ў ім рэцэсіўны фактар спалучаецца з рэцэсіўным адпаведнікам. Што да *трэцяга мендэлеўскага закона*, то ў ім даводзіцца пра *незалежнасць перадачы наступным пакаленням розных фактараў* (фактараў, што вызначаюць розныя фенатыпічныя прыкметы) адзін ад аднаго; яны спалучаюцца пры гэтым усімі магчымымі спосабамі.

*Такім чынам, паводле дарвінаўскага вучэння ў жывой прыродзе пануе дух зменлівасці і развіцця. Біялагічныя віды не з’яўляюцца фіксаванымі, яны ўзнікаюць у выніку натуральных прычын. Сапраўдным “рухавіком” эвалюцыі жывога з’яўляецца*

<sup>78</sup> У гэтым плане мендэлеўскія абагульненні не былі ўніверсальнымі.

<sup>79</sup> Пры монагібрыдным скрыжаванні бацькоўскія арганізмы адрозніваюцца паміж сабой па адной прыкмеце.

ца натуральны адбор. Грунтоўнае значэнне ў дарвінаўскай тэорыі эвалюцыі мае таксама ўяўленне пра адзінства паходжання наяўных формаў жыцця. Яны ўзыходзяць праз мноства папярэдніх пакаленняў да невялікай колькасці першаформаў.

Згодна з клетачнай тэорыяй клетка з'яўляецца грунтоўнай структурнай адзінкай усяго жывога. Яна разглядаецца ў згаданай тэорыі як сапраўдны цэнтр жыццядзейнасці арганізма, які не можа ўзнікнуць інакш, як з іншай клеткі. Клетачная тэорыя выступіла як падмурак для далейшых даследаванняў, якія прынеслі істотныя навуковыя вынікі.

Распрацаваная Г. Мендэлем тэорыя спадчыннасці грунтавалася на прынцыпе дыскрэтнасці. Паводле Мендэля, аплодненая яйцаклетка змяшчае ў сабе два фактары, адказныя за пэўную прыкмету будучай жывой істоты: адзін паходзіць з бацькоўскага, другі – з мацярынскага арганізма. У фенатыпе выяўляецца пэўны з іх, другі фактар ніяк не выяўляецца вонкі, хоць можа быць перададзены наступнаму пакаленню і выявіцца ў ім. Навуковец здолеў сфармуляваць тры законы, на якіх грунтуецца простая перадача спадчыннай інфармацыі – перадача прыкмет, што вызначаюцца адным фактарам.

### Пытанні і заданні

1. Чаму, на ваш погляд, у сучасных навуковых дыскусіях спасылкі на працы Ч. Дарвіна (зрэшты, як яго прыхільнікаў, так і непрыяцеляў) уяўляюць нармальную, звычайную з'яву? Чаму згаданыя працы не страцілі сваёй актуальнасці?

2. Сучасныя біёлагі-эвалюцыяністы даводзяць, што “ўсе формы жыцця змагаюцца за месца пад сонцам не адна з адной, а з хаосам нежывой прыроды” [13, с.38]. Ці можа дадзеная тэза фігураваць як аргумент супраць сацыял-дарвінізму?

3. Як вы лічыце, чаму тэорыя Г.Мендэля заставалася незаўважанай навуковай супольнасцю ад яе з'яўлення і да канца XIX ст.?

4. Паспрабуйце выявіць узаемасувязі вялікіх біялагічных адкрыццяў XIX ст. Як бы вы вызначылі агульны характар гэтых узаемасувязей? Неабходна весці гаворку пра іх узаемадапаўняльны характар ці яны маюць больш глыбокую падаснову?

5. Паспрабуйце выявіць светапоглядныя імплікацыі вялікіх біялагічных тэорый XIX ст.

### 3.9. Крызіс класічнага прыродазнаўства

Як адзначалася вышэй, у рамках класічнай фізікі на працягу XIX ст. паступова выпявалі і ў той ці іншай ступені выяўляліся ўнутраныя супярэчнасці, цяжкасці, парадоксы. Пагрозы і небяспекі для механістычнага падыходу, які ўспрымаўся фізікамі як гарантыя адзінства іх навукі, паўставалі і з боку тэрмадынамікі, і з боку электрадынамікі. Разам з тым прадчуванне страты згаданага – камфортнага ў інтэлектуальным плане – адзінства так або інакш суцішвалася, утаймоўвалася, і напрыканцы згаданага стагоддзя навукоўцы меркавалі, што яны амаль усё зразумелі ў фізічным Сусвеце [18, с.11]. Будучыня фізікі шмат каму з іх бачылася ва ўдакладненні існых тэорый, ва ўдасканаленні эксперыментальных працэдур і да т.п.

Аднак у канцы XIX – пачатку XX ст. быў зроблены шэраг адкрыццяў, якія пахіснулі асноватворныя ідэі класічнага прыродазнаўства (пра непадзельнасць атама, бесперапыннасць выпраменьвання, непранікальнасць матэрыі і г.д.). Так, у 1895 г. нямецкі фізік В. Рэнтген<sup>80</sup> (1845–1923) выявіў выпраменьванне, якое здзіўляла і бянтэжыла сваімі парадаксальнымі ўласцівасцямі. Яно не магло быць плыняй часцінак, бо не адхілялася электрычным і магнітным полем. Калі гэта былі прамяні, дык яны мусілі мець надта адметную натуру: яны не пераламляліся лінзай [78, с. 643]. Вывучэнне гэтых таямнічых *X-прамянёў* (так назваў іх В. Рэнтген), а таксама адкрытай у наступным годзе французскім фізікам А. Бекерэлем (1852–1908) з’явы *радыёактыўнасці* прывяло ў канчатковым выніку да кардынальных змен ва ўяўленнях пра атам. Найперш было выяўлена існаванне (адмоўна) зараджанай і меншай, чым ён, часціцы, якая была названая *электронам*.

Такім чынам, высветлілася, што, хоць атам і можа лічыцца элементарнай адзінкай хімічных рэакцый, ён не з’яўляецца элементарнай адзінкай матэрыі. Дадзеная тэза пераканаўча пацвярджалася і зробленай у 1903 г. Э. Рэзерфордам і Ф. Содзі высновай, што феномен радыёактыўнасці ўяўляе сабой не што іншае, як распад атамаў адпаведных субстанцый. У выніку далейшых даследаванняў выявілася, што прадуктамі згаданага распаду з’яўляюцца дадатна зараджаныя часцінкі і электроны (спачатку меркавалася, што яны ўяўляюць сабой два віды вы-

<sup>80</sup> В.Рэнтген з’яўляецца першым нобелеўскім лаўрэатам у галіне фізікі (1901 г.).

праменьвання, названыя адпаведна  $\alpha$ -выпраменьваннем і  $\beta$ -выпраменьваннем). Акрамя таго, пры радыёактыўным распадзе адбываецца эмісія жорсткага (больш жорсткага, гэта значыць з меншай даўжынёй хвалі, чым рэнтгенаўскае)  $\gamma$ -выпраменьвання (адкрытага ў 1900 г. французскім фізікам П.Вілардам (1860–1934)).

Неадольнымі праблемамі зрабіліся для класічнай фізікі і пэўныя вынікі, дасягнутыя на іншых кірунках эксперыментальных і тэарэтычных даследаванняў. Так, не паддавалася тлумачэнню на аснове яе законаў размеркаванне энергіі ў спектры выпраменьвання абсалютна чорнага цела. *Абсалютна чорнае цела* – гэта фізічны аб’ект, які паглынае ўсё без рэшты электрамагнітнае выпраменьванне, што патрапляе на яго. У выніку ён мусіць награвіцца і выпраменьваць сваю ўласную энергію. У рэчаіснасці такіх аб’ектаў няма, гэта прадукт навуковай ідэалізацыі. Тым не менш існуюць вельмі блізкія да такога ўяўнага канструкта фізічныя целы, якія фігуруюць як яго правобразы і як эмпірычны базіс для яго тэарэтычнага апісання. У 1900 г. вялікі нямецкі фізік М. Планк (1858–1947) сфармуляваў адзіны закон<sup>81</sup>, дзякуючы якому вырашалася праблема адэкватнага апісання і тлумачэння згаданага вышэй спектра выпраменьвання гэтага экзатычнага аб’екта. З дадзенага закона вынікала, аднак, што эмісія і паглыннанне энергіі павінны адбывацца тут дыскрэтна – надзвычай дробнымі, непадзельнымі часткамі (квантамі). Такі вынік быў прынцыпова несумяшчальны з класічнымі ўяўленнямі. Фактычна, ён запачаткаваў новы – сучасны – этап у развіцці навуковага пазнання, хоць гэта не ўсведамлялася на той момант ні самім Планкам, ні іншымі навукоўцамі.

Другі кірунак эмпірычных даследаванняў, які таксама прывёў да грунтоўных для класічнай фізікі праблем і да рэвалюцыйных пераўтварэнняў у галіне фізічных ведаў, быў звязаны з прапанаваным Д. Максвелем і здзейсненым у 1881 г. А. Майкельсанам (1852–1931) эксперыментам<sup>82</sup>. Дадзены эксперымент меў на мэце вызначэнне хуткасці Зямлі адносна Сонца праз выяўленне рознасці ў хуткасці святла ў напрамку руху Зямлі і ў перпендыкулярным напрамку. Ён не прынёс, аднак,

<sup>81</sup> Без адкрыцця М. Планка фізікі мусілі б задавальняцца двума законамі, якія апісвалі і тлумачылі згаданы спектр – адзін меў моц для нізкіх, а другі – для высокіх частот.

<sup>82</sup> Гэты эксперымент удаस्कанальваўся і шмат разоў паўтараўся (з 1887 г. А. Майкельсан супрацоўнічаў пры яго правядзенні з Э. Морлі (1838–1923)) з нязменным вынікам.

чаканага выніку: *хуткасць святла заставалася ва ўсіх выпадках аднолькавай*. Гэта паставіла перад фізікамі сур'ёзныя праблемы. Найперш праблематычным рабілася існаванне эфіру, бо рух Зямлі адносна яго, прадказаны адпаведнай гіпотэзай, не быў зафіксаваны.

Акрамя таго, вынікі згаданых і іншых эксперыментаў і назіранняў, а таксама развіццё тэарэтычнай фізікі паставілі пад пытанне класічны прынцып адноснасці (звязанае з ім правіла складання хуткасцей). У сувязі з гэтым, як пісаў А. Эйнштэйн, у фізіцы паўстала сітуацыя, у якой патрэбна было, як быццам, выбіраць, які з грунтоўных фізічных пастулатаў прынесці ў ахвяру дзеля несупярэчлівасці тэарэтычных пабудов – уяўленне пра адноснасць руху ці палажэнне пра канстантны характар хуткасці святла [29, с.18–20].

Рэзкія зрухі ў навуковых уяўленнях пра матэрыю, што адбыліся на мяжы XIX і XX стст., выклікалі інтэнсіўныя філасофскія дыскусіі. Некаторыя філосафы і фізікі прыйшлі да высновы пра “знікненне” матэрыі, пра сімвалічны характар фізічнай рэальнасці [26, с.266–267]. Прыхільнікі філасофскага і прыродазнаўчага матэрыялізму, наадварот, настойвалі на рэальным статусе атамаў, на адсутнасці важкіх навуковых падстаў для адмаўлення ад катэгорыі матэрыі. Як пісаў У.І. Ленін, сэнс выразу “матэрыя знікае” – у тым, што “знікае тая мяжа, да якой мы ведалі матэрыю, нашы веды ідуць глыбей; знікаюць такія ўласцівасці матэрыі, якія здаваліся раней абсалютнымі, нязменнымі, першапачатковымі (непранікальнасць, інерцыя, маса і т.п.) і якія цяпер выяўляюцца як адносныя, уласцівыя толькі некаторым станам матэрыі” [5, с.249]. Сваё найбольш яскравае выяўленне канфлікт паміж прыхільнікамі і непрыяцелямі традыцыйнага прыродазнаўчага матэрыялізму знайшоў у калізій атамістычнага падыходу (які найбольш энергічна адстойваў Л.Больцман) і энергетызму (прадстаўленага найперш В. Оствальдам (1853–1932)) [46, т.7, с.943]. (Энергетызм – гэта вучэнне, згодна з якім адзінай сапраўднай субстанцыяй у свеце з’яўляецца энергія [46, т.2, с.497].)

Гэты парадыгматычны канфлікт меў грунтоўнае значэнне не толькі для фізікі, але і для хіміі, дзе ён таксама выступаў як адзнака крызісу і дзе таксама адчувалася няпэўнасць і няўпэўненасць у настройх думак навукоўцаў. Д.І. Мендзялееў, напрыклад, даведаўшыся пра адкрыццё радыёактыўнасці і электрона, убачыў у ім смяротную пагрозу для свайго разумення

хімічнага элемента. Навуковец адважыўся “на немагчымае, каб выратаваць” сваю канцэпцыю [20, с.184]. Ён паспрабаваў растлумачыць радыёактыўнасць праз віхравы рух эфіру вакол найбольш цяжкіх атамаў. У канчатковым выніку, аднак, выдатны хімік мусіў адмовіцца ад гэтай “няўдалай, але грандыёзнай” гіпотэзы [20, с.185].

Крызісныя з’явы назіраліся ў гэты час і ў біялагічным пазнанні. Пераадкрыццё тэорыі Г. Мендэля напачатку XX ст. прывяло да сутыкнення яе прыхільнікаў з прадстаўнікамі дарвінізму. Мендэлісты не маглі прыняць дарвінаўскую ідэю паступовых мадыфікацый арганізмаў, мяркуючы, што вырашальныя адаптацыйныя змяненні адбываюцца скачкападобна праз паасобныя, адзіночныя трансфармацыі спадчыннага матэрыялу. Дарвіністы, у сваю чаргу, падазрона ставіліся да мендэлеўскай тэорыі, якую яны (памылкова) лічылі несумяшчальнай з дарвінаўскім эвалюцыйным праектам [68].

*Такім чынам, на мяжы XIX і XX стст. быў зроблены шэраг адкрыццяў, якія пахіснулі асноватворныя ідэі класічнага прыродазнаўства. Дзякуючы адкрыццю радыёактыўнасці, рэнтгенаўскага выпраменьвання, электрона, квантавай гіпотэзе быў пастаўлены крыж на класічных уяўленнях пра непадзельнасць атама, бесперапыннасць выпраменьвання, непранікальнасць матэрыі. У выніку эксперымента А. Майкельсана пад пытанне было пастаўлена існаванне эфіру. Парадыгматычны канфлікт атамізму і энергетызму выступіў як істотная адзнака крызісу не толькі ў фізіцы, але і ў хіміі. У біялагічным пазнанні ў гэты час таксама назіралася сутыкненне грунтоўных, стратэгічных даследчых праграм (дарвінізму і мендэлізму).*

#### Пытанні і заданні

1. Якімі прычынамі, на вашу думку, быў выкліканы татальны крызіс у прыродазнаўстве на мяжы XIX–XX стст.?
2. Прааналізуйце ўзаемадзеянне метатэарэтычнага, тэарэтычнага і эмпірычнага ўзроўняў навуковага пазнання ў крызісных варунках канца XIX – пачатку XX ст. Якія асаблівасці яно выяўляе?
3. Ці адпавядае крызіс класічнага прыродазнаўства прапанаванаму Т.Кунам апісанню крызіснай пазнавальнай сітуацыі?
4. Прааналізуйце парадыгматычныя канфлікты, што мелі месца ў прыродазнаўчых навуках у гэты час. Якім з выяўленых у іх пазіцый вы аддалі б перавагу? Чаму?

## 4. СУЧАСНАЕ ПРЫРОДАЗНАЎСТВА

### 4.1. Агульная характарыстыка сучаснага прыродазнаўства

Тэрмінам “сучасная навука” (і, адпаведна, “сучаснае прыродазнаўства”) абазначаецца тая форма навуковага (прыродазнаўчага) пазнання, якая паўстала ў выніку рэвалюцыйных яго пераўтварэнняў, што адбыліся ў пачатку ХХ ст. Яна ўяўляе сабой, такім чынам, новы ў параўнанні з класічным этап у развіцці навукі сучаснага тыпу. Сучаснае прыродазнаўства не зрабілася, безумоўна, менш эксперыментальным і матэматызаваным, чым класічнае; у гэтым плане яны з’яўляюцца аднатыпнымі. Тым не менш паміж імі існуюць і істотныя адрозненні. Яны звязаны найперш з самім *разуменнем рэальнасці*. На сваім фундаментальным узроўні сучасная навука спасцігаецца ўжо як *вызначаная праз узаемадачынненні суб’екта і аб’екта пазнання*. Э. Шродзінгер даводзіць у дадзенай сувязі, “што нашы знакі і формулы, а таксама звязаныя з імі выявы апісваюць і паказваюць не незалежна ад суб’екта існы аб’ект, а толькі дачынненне суб’ект:аб’ект”, і дадае затым, каб суцешыць засмучаных такой сітуацыяй фізікаў: “Але ці не з’яўляецца дадзенае дачынненне па сутнасці адзінай сапраўднай рэальнасцю, якую мы ведаем?” [81, с.26].

Другое фундаментальнае адрозненне паміж сучасным і класічным прыродазнаўствам датычыць інтэрпрэтацыі ў іх рамках прынцыпу *дэтэрмінізму*. Калі ў класічнай навуцы дамінавала строгая яго версія (кожная падзея разглядалася як адназначна абумоўленая), то для навукі сучаснай характэрна хутчэй *статыстычнае* апісанне прычынна-выніковых сувязяў. Паводле сучасных уяўленняў *неабходнасць і выпадковасць* спалучаюцца ў самім падмурку рэчаісных з’яў і працэсаў. А ў тэорыях самаарганізацыі ўвогуле даводзіцца пра варыятыўны характар эвалюцыі складаных, адкрытых і далёкіх ад стану раўнавагі сістэм.

Неабходна адзначыць, што ў нашым культурным абсягу прынята вылучаць і адрозніваць дзве стадыі развіцця навуковага пазнання ў ХХ – пачатку ХХІ ст. – *некласічную і постне-*

класічную. Для заходніх тэарэтыкаў навуказнаўства і навукоўцаў не характэрны ні згаданая тэрміналогія, ні – як правіла – звязаны з ёй падыход. Падзеі, што адбыліся ў галіне навукі ў апошняй траціне XX ст. (пераход да вывучэння звышскладаных сістэм, якім уласцівы працэсы самаарганізацыі і якія ў шмат якіх выпадках уключаюць у сябе чалавека і чалавецтва як дзейныя, актыўныя сілы [15, с.628–631]), нячаста разглядаюцца імі як навуковая рэвалюцыя, аналагічная па сваіх маштабах і наступствах з радыкальнымі пераўтварэннямі навуковага пазнання, што мелі месца ў пачатку Новага часу і ў пачатку XX ст.

Такім чынам, сучаснае прыродазнаўства паўстала ў выніку рэвалюцыйных пераўтварэнняў у абсягу прыродазнаўчых навук, што адбыліся на мяжы XIX і XX стст. Найістотнейшай яго характарыстыкай з’яўляецца разгляд рэальнасці праз прызму ўзаемадзеяння суб’екта і аб’екта пазнання. Яму ўласціва таксама хутчэй статыстычнае апісанне прычынавыніковых сувязей. У нашым культурным асяродку прынята вылучаць і адрозніваць дзве стадыі развіцця навуковага пазнання ў XX – пачатку XXI ст. – некласічную і постнекласічную. Найважнейшай характарыстыкай постнекласічнай навукі з’яўляецца тое, што яна найперш засяроджваецца на вывучэнні звышскладаных сістэм, якім уласцівы працэсы самаарганізацыі і якія нярэдка ўключаюць у сябе чалавека і чалавецтва як дзейныя, актыўныя сілы.

### Пытанні і заданні

1. Як вы растлумачыце той факт, што маштаб падзей, якія адбыліся ў навуковым пазнанні ў апошняй траціне XX ст., у агульным і цэлым па-рознаму ацэньваецца ў заходнім культурным асяродку і на постсавецкай культурнай прасторы?

2. Паспрабуйце выявіць іншыя ў дачыненні да згаданых у параграфі адрозныя і агульныя характэрныя рысы сучаснага і класічнага прыродазнаўства.

3. Паспрабуйце спрагназаваць, якой будзе постпостнекласічная навука.

## 4.2. Навуковая рэвалюцыя пачатку XX ст.: генезіс рэлятывісцкай фізікі

Практычна ва ўсіх філасофскіх і гістарычных рэканструкцыях працэсу стварэння рэлятывісцкай фізікі (тэорыі адноснасці) пальма першынства ў яе распрацоўцы аддаецца А. Эйнштэйну. Ёсць, аднак, і выключэнні з гэтага правіла, калі першастваральнікам дадзенага тэарэтычнага кірунку прызнаецца геніяльны французскі матэматык А. Пуанкарэ. Пры гэтым даводзіцца, што “менавіта ў яго працах упершыню былі сфармуляваны ў дастаткова яснай і поўнай матэматычнай форме ўсе асноўныя палажэнні спецыяльнай тэорыі адноснасці”, што “менавіта ён быў першым, хто паставіў пытанне пра неабходнасць змянення тэорыі гравітацыі Ньютана ў адпаведнасці з патрабаваннямі новага прынцыпу адноснасці і разгледзеў першы варыянт такой рэлятывісцкай тэорыі гравітацыі” [10, с.524]<sup>83</sup>.

Сярод заслуг Пуанкарэ ў гэтым плане адзначаецца таксама, што менавіта ён упершыню рэзка крытычна паставіўся да такіх паняццяў класічнай фізікі, як *эфір*, *абсалютны час*, *абсалютная адначасовасць* (адпаведная яго праца “Вымярэнне часу” выйшла ў свет у 1898 г.) [10, с.533]. Ён высока ацаніў тэарэтычныя пабудовы А. Лорэнца (1853–1928), якія ўзніклі як рэакцыя на адмоўны вынік эксперымента Майкельсана–Морлі, і ўвесь час падкрэсліваў прыярытэт галандскага фізіка ў распрацоўцы тэорыі адноснасці. Разам з тым Пуанкарэ востра крытыкаваў яго імкненне ўсімі магчымымі сродкамі “выратаваць” эфір.

Аўтары дадзенай гістарычнай канцэпцыі (М.І. Паноў, А.А. Цяпкін, А.С. Шыбанаў і інш.) сцвярджаюць таксама, што характэрная для творчасці вялікага французскага навукоўца “арыентацыя, з аднаго боку, на тэорыю Лорэнца, у якой хуткасць святла прымалася як незалежная ад руху яго крыніцы, а з іншага боку, на строгае выкананне прынцыпу адноснасці, указвала той адзіна праўдзівы шлях, які вёў да стварэння тэорыі адноснасці” [10, с.545]. Развіваючы ідэі галандскага фізіка, Пуанкарэ сфармуляваў “патрабаванне інварыянтнасці ўсіх законаў фізікі адносна пераўтварэнняў Лорэнца” (гэта значыць матэматычных пераўтварэнняў, якія дазвалялі перайсці ад адной

<sup>83</sup> Ідэнтычная па сутнасці рэканструкцыя працэсу ўзнікнення рэлятывісцкай фізікі (толькі ў значна больш тэхнічнай форме) прапаноўваецца ў працы А.А.Лагунова, прысвечанай дадзенай праблеме [61].

інерцыяльнай сістэмы да іншай з улікам канстантнага характару хуткасці святла) [10, с.548]. У выніку ён атрымаў новую, строгую ў матэматычных адносінах фармулёўку ўніверсальнага прынцыпу адноснасці [10, с.548].

У рамках згаданай рэканструкцыі гісторыі ўзнікнення рэлятывісцкай фізікі даводзіцца таксама, што Пуанкарэ не толькі распрацаваў грунтоўныя палажэнні спецыяльнай тэорыі адноснасці, але і амаль адначасова (з невялікай перавагай у часе) з Эйнштэйнам сістэматызаваў іх [10, с.553]. Акрамя таго, ён упершыню ўвёў чатырохмернае ўяўленне пра прастору-час, што, як правіла, звязваецца з даследаваннямі нямецкага матэматыка Г.Мінкоўскага (1864–1908) [10, с.543].

Прыхільнікі ідэі, згодна з якой *прыярытэт у стварэнні рэлятывісцкай фізікі належыць А. Пуанкарэ*, указваюць таксама на істотныя разыходжанні паміж ім і Эйнштэйнам у інтэрпрэтацыі тэорыі адноснасці. Для Эйнштэйна яна ўяўляла сабой найперш новую тэорыю прасторы-часу. Пуанкарэ разглядаў яе ў першую чаргу ў сувязі з механікай звышхуткага руху, прасторава-часавыя трансфармацыі былі для яго чымсьці другасным [10, с.554]. Як вядома, перамагла эйнштэйнаўская інтэрпрэтацыя, хоць прыхільнікам французскага навукоўца яна і падаецца значна больш павярхоўнай [10, с.554].

Неабходна таксама адзначыць, што ў рамках згаданай канцэпцыі не ігнаравалася пытанне пра прычыны дамінавання гістарычных рэканструкцый працэсу распрацоўкі рэлятывісцкай фізікі, якія аддаюць перавагу А. Эйнштэйну. Сярод згаданых прычын указваўся і збег гістарычных абставін, і асабістая сціпласць А. Пуанкарэ. А.А. Лагуноў піша ў гэтай сувязі, што “ён – магчыма, як ніхто іншы, – надзвычай высока ацэньваў і славіў кожнага, хто даваў стымул для яго мыслення і радасць творчасці. Ён быў абсалютна пазбаўлены імкнення да персанальнага навуковага прыярытэту” [61, с.140]. Таму ў прысвечаных дадзенай праблематыцы працах Пуанкарэ адстойваў прыярытэт тэорыі Лорэнца, якую, аднак, ён сам кардынальна пераасэнсавваў. У сувязі з гэтым паўстала ілюзія, што яго погляды не выходзяць за межы лорэнцаўскага падыходу. На самай справе – пра гэта гаворка ішла вышэй – сітуацыя мела зусім іншы характар.

Тым не менш на дадзены момант неабходна прызнаць, што *тэорыя адноснасці ўвайшла ў гісторыю культуры, філасофіі*

*і навукі найперш як эйнштэйнаўская і што якраз у эйнштэйнаўскай фармулёўцы яна найбольш паўплывала на іх развіццё. Для большасці філосафаў, навукоўцаў, гісторыкаў навукі менавіта Эйнштэйн “радыкальным чынам спрасціў наяўную сітуацыю, адмовіўшыся адразу ад гіпотэзы эфіру і ад гіпотэзы абсалютнай прасторы і абсалютнага часу” [70, с.67]. Дзякуючы гэтаму ён пераадолеў супрацьлегласць прынцыпу адноснасці і закона руху святла ў вакууме, паставіўшы на месца пераўтварэнняў Галілея пераўтварэнні Лорэнца [70, с.67]. Такім чынам, Эйнштэйну большасцю даследчыкаў прыпісваюцца ў дадзеным кантэксце заслугі<sup>84</sup>, якія ў прыведзенай вышэй канцэпцыі прызнаюцца за Пуанкарэ.*

Як было падкрэслена, Эйнштэйн засяроджваўся найперш на прасторава-часавым аспекце тэорыі адноснасці. Першы крок, зроблены ім на шляху навуковага даследавання прасторы і часу, – гэта аналіз феномена адначасовасці<sup>85</sup>. У выніку ён прыйшоў да высновы, што адначасовасць мае адносны характар. Таму – насуперак уяўленням класічнай фізікі – “кожнае цела адліку (каардынатная сістэма) мае свой адмысловы час; указанне часу мае сэнс толькі тады, калі ўказана цела адліку, з якім яно суадносіцца” [29, с.25]. Затым навуковец адзначае, што класічныя ўяўленні пра прастору таксама грунтуюцца на эмпірычна ніяк не апраўданым дапушчэнні, паводле якога “прастараваа адлегласць паміж двума пунктамі цвёрдага цела не залежыць ад стану руху цела адліку” [29, с.27].

Адмовіўшыся ад класічных гіпотэз пра незалежныя ад механічнага стану сістэмы адліку час і прастору, мы атрымліваем магчымасць спалучыць у рамках адзінай кагерэнтнай фізічнай тэорыі прынцып адноснасці і закон распаўсюджвання святла ў вакууме. Для гэтага пераход ад адной інерцыяльнай сістэмы адліку да іншай павінен быць урэгуляваны такім чынам, каб ні ў якой з іх не парушаўся згаданы закон. Адпаведныя матэматычныя працэдуры былі ўжо ў наяўнасці ў арсенале фізікі – гэта пераўтварэнні Лорэнца.

З пераўтварэнняў Лорэнца вынікае надзвычай важнае палажэнне тэорыі адноснасці – *палажэнне пра межавы характар*

---

<sup>84</sup> Імя Пуанкарэ пры гэтым можа ўвогуле не згадвацца (як, напрыклад, у працы таванага вышэй Д.Параш’я [70, с.65–67]).

<sup>85</sup> Так, прынамсі, распачынаецца яго ўласная рэканструкцыя тэорыі адноснасці [29, с.24–26; 39, с.133].

*хуткасці святла*: механічныя сістэмы не могуць рухацца хутчэй, чым светлавы прамень. Меншыя за яе хуткасці не могуць пераўзысці яе і пры іх складанні. Са згаданых пераўтварэнняў вынікаюць таксама іншыя рэлятывісцкія эфекты, якія падаюцца парадаксальнымі: *скарачэнне прасторавых памераў і замаруджванне часу ў сістэме, якая рухаецца*, у параўнанні з той, што знаходзіцца ў спакоі (яны выяўляюцца тым больш выразна, чым большая хуткасць руху) [29, с.32–33]. Сярод рэлятывісцкіх эфектаў неабходна адзначыць і *залежнасць масы аб'екта ад хуткасці яго руху* (з павелічэннем хуткасці яна павялічваецца). З ім звязана агульнавядомае палажэнне спецыяльнай тэорыі адноснасці, у якім канстатуецца эквівалентнасць масы і энергіі. Праз яго рэлятывісцкая фізіка давала чалавецтву пра наяўнасць у прыродзе каласальнага энергетычнага рэзервуара<sup>86</sup>, які можа быць выкарыстаны як для стваральных, так і для разбуральных мэт.

Найхарактэрнейшай рысай спецыяльнай тэорыі адноснасці з'яўляецца, такім чынам, указанне на адсутнасць прывілеяванай, абсалютнай сістэмы адліку сярод інерцыяльных сістэм. Сістэмы, што рухаюцца з паскарэннем, яна пакідала, аднак, па-за межамі кампетэнцыі свайго фундаментальнага прынцыпу – прынцыпу адноснасці. Таму – нават з чыста спекулятыўных меркаванняў – паўстала пытанне пра магчымасць яго пашырэння на паскораны рух. Станоўчы адказ на згаданае пытанне і рэалізацыя адпаведнай магчымасці спарадзілі *ўсеагульную тэорыю адноснасці*, якая грунтавалася на ідэі эквівалентнасці эфектаў, што выклікаюцца ўздзеяннем аднароднага гравітацыйнага поля на пэўную сістэму і яе паскарэннем (у стане свабоднага падзення).

Прынцып эквівалентнасці гравітацыйнага поля і паскарэння сістэмы адліку абапіраўся ў сваю чаргу на адзначаны вышэй факт супадзення гравітацыйнай і інертнай мас. (Венгерскі фізік Л. Этвеш (1848–1919) выявіў у 1889 г., што яны супадаюць з дакладнасцю да  $10^{-9}$ . А сучасныя эксперыментальныя даследаванні паказалі, што іх дачыненне роўна 1 з адноснай хібнасцю да  $10^{-11}$  [70, с.101].) Дадзены прынцып дазваляў скасаваць выключнае становішча інерцыяльных сістэм адліку і абагульніць

---

<sup>86</sup> У пэўным сэнсе можна весці гаворку пра супрацьлегласць у гэтым плане тэорыі адноснасці і класічнай тэрмадынамікі, якая малявала чалавецтву змрочную карціну цеплавой смерці Сусвету на грунце свайго другога пачатку [70, с.77].

прынцып адноснасці. У такіх умовах *грунтоўныя законы фізікі маглі быць запісаны ў аднолькавай матэматычнай форме адносна любых трансфармацый каардынат, гэта значыць дасягаўся ўзровень іх усеагульнай каварыянтнасці*. У фармальным плане каварыянтны іх запіс быў здзейснены пры дапамозе развітога ў канцы XIX – пачатку XX ст. тэнзарнага злічэння, якое паўстала “адначасова як абагульненне вектарнага і дыферэнцыяльнага злічэнняў” [70, с.102], гэта значыць як сінтэтычны тэарэтычны феномен.

Змястоўная інтэрпрэтацыя адпаведных фармальных аперацый і іх вынікаў дазволіла зрабіць выснову пра залежнасць геаметрычных характарыстык прасторы-часу ад яе фізічных уласцівасцей. Інакш кажучы, “фізічная прысутнасць матэрыі перадаецца матэматычнымі сродкамі праз крывізну” прастора-часовага кантынууму [70, с.102] і згаданая крывізна “тым больш моцная, чым больш канцэнтраваным з’яўляецца размеркаванне прынятай у разлік энергіі (гэта значыць яна адпавядае большай шчыльнасці масы-энергіі<sup>87</sup>)” [18, с.64]. Геаметрычныя характарыстыкі такой прасторы-часу не могуць быць апісаны на аснове эўклідавых прынцыпаў. Таму ўсеагульная тэорыя адноснасці зрабіла запатрабаванай для фізічнага апісання рэальнасці неэўклідаву геаметрыю (у версіі, распрацаванай Б. Рыманам (1826–1866)), усе варыянты якой фігуравалі дагэтуль “як фармальныя сістэмы чыстай матэматыкі” [39, с.139].

Такім чынам, ва ўсеагульнай тэорыі адноснасці крывізна прасторы-часу звязваецца з размеркаваннем у ёй матэрыі, гэта значыць геаметрычныя ўласцівасці космасу спасцігаюцца як залежныя ад яго матэрыяльнага напаўнення. Аднак дадзеныя яе аспекты можна трактаваць не толькі як фізікалізацыю глабальнай касмічнай геаметрыі, ён можа быць пададзены таксама як геаметрызацыя глабальнай касмічнай дынамікі (у стылі Р. Дэкарта). Выбар таго ці іншага падыходу залежыць у дадзенай сітуацыі ад філасофскіх поглядаў інтэрпрэтатара (А. Эйнштэйна, як і шэраг іншых фізікаў, схіляўся, напрыклад, да картэзіянскага варыянту [34, т.3, с.719]). Ва ўсіх выпадках, аднак, геаметрыя ўніверсуму ва ўсеагульнай тэорыі адноснасці не вызначаецца выключна яго фізічнымі ўласцівасцямі. Справа ў тым, што пры яе вызначэнні навуковец мусіць кіравацца не

---

<sup>87</sup> Шчыльнасць масы-энергіі – гэта велічыня, якая характарызуе дачыненне масы-энергіі да аб’ёму, у якім яна размеркавана.

толькі яе грунтоўнымі палажэннямі, але і папярэдне сфармуляванымі ў дачыненні да вымяральных працэдур патрабаваннямі. У сувязі з імі дапускаюцца перадумовы адносна пэўных уласцівасцей космасу (напрыклад, незалежнасці вымяральных эталонаў ад іх перамяшчэння ў прасторы-часе [34, т.2, с.867]).

Важна мець на ўвазе, што ва ўсеагульнай тэорыі адноснасці прастора-час канчаткова страціла свой абсалютны і косны характар, зрабіўшыся гнуткай, эластычнай, здольнай скрыўляцца пад уздзеяннем масы-энергіі. Акрамя таго, яе ўласцівасці, яе геаметрыя (гэта значыць і гравітацыйныя эфекты, што назіраюцца ў ёй) выявіліся як варыятыўныя, зменлівыя, розныя ў розных яе пунктах [77, с.210–211].

Неабходна адзначыць, што высновы, зробленыя ў абсягу рэлятывісцкай фізікі, былі неаднаразова пацверджаны ў эксперыментальных даследаваннях. Даведзенае спецыяльнай тэорыяй адноснасці ўзрастанне масы фізічных аб'ектаў з павелічэннем іх хуткасці, напрыклад, было выяўлена ў эксперыментах па паскарэнні элементарных часціц [70, с.76].

На аснове ўсеагульнай тэорыі адноснасці быў таксама зроблены шэраг прадказанняў, якія паспяхова прайшлі эмпірычную праверку. Сярод іх – указанне на запавольванне часу паблізу месцаў з вялікай канцэнтрацыяй масы. Гэты рэлятывісцкі эфект быў шмат разоў пацверджаны пры параўнанні паказанняў атамных гадзіннікаў на рознай адлегласці ад Зямлі [18, с.64]. Падчас сонечных зацменняў 1919 і 1921 гг. спраўдзілася прадказанне пра “ўплыў гравітацыйнага поля на траекторыю светлавога промня” [30, с.234] (гэта прынесла А. Эйнштэйну сусветную славу). Усеагульная тэорыя адноснасці прадказала таксама існаванне гравітацыйных хваль, гэта значыць ваганняў гравітацыйнага поля, звязаных з лакальнымі яго змяненнямі, якія распаўсюджваюцца з хуткасцю святла ва ўсе бакі ад крыніцы згаданых змяненняў. Дадзенае прадказанне было пацверджана вытанчанымі, надзвычай дакладнымі назіраннямі за паводзінамі падвойных нейтронных зорак (бінарных пульсараў). Вынікі назіранняў цалкам адпавядалі тэарэтычным разлікам, зробленым на аснове рэлятывісцкай фізікі (наяўнасць гравітацыйных хваль павінна была выклікаць у дадзеным выпадку памяншэнне арбітальнага перыяду пульсараў, якое і было зафіксавана з дакладнасцю да 0,1%) [18, с.64–65]. Да цікавых эфектаў, што вынікаюць з усеагульнай тэорыі аднос-

насці і што спраўдзіліся на эмпірычным узроўні, належыць, мяркуючы па ўсім, і феномен вярчэння прасторы, выкліканага вярчэннем Зямлі (зусім нязначны, ён тым не менш быў выяўлены, як падаецца, у 2001 г.) [77, с.216].

Тэорыя адноснасці, прынятая навукавай супольнасцю ў эйнштэйнаўскай версіі, выглядае, такім чынам, досыць паспяховай і плённай. Тым не менш шэраг навукоўцаў (прыхільнікі і паслядоўнікі А. Пуанкарэ, прадстаўнікі канструктывісцкага кірунку) імкнуцца распрацаваць альтэрнатыўныя падыходы, якія, аднак, застаюцца на сёння малавядомымі і не могуць пакуль усур'ёз спаборнічаць з ёю [46, т.8, с.630].

Неабходна адзначыць, што рэлятывісцкая фізіка кардынальным чынам змяніла ўяўленні чалавецтва пра прастору і час, і ў гэтым яе каласальнае навуковае і культурнае значэнне. (Праўда, сучасны французскі фізік Т. Даму з жалем заўважае, што большасць нашых сучаснікаў жыве і асэнсоўвае свой свет на аснове ўяўленняў XIX ст., якія ў сваю чаргу ўзыходзяць да навукавай рэвалюцыі пачатку Новага часу. Створаныя сучаснай навукай падставы для арганізацыі духоўнай дзейнасці, духоўнага жыцця, у прыватнасці рэлятывісцкае вучэнне пра прастору-час, застаюцца пры гэтым незапатрабаванымі і незадзейнічанымі [77, с.219.]

*Такім чынам, рэлятывісцкую фізіку ўтвараюць спецыяльная і ўсеагульная тэорыі адноснасці. Спецыяльная тэорыя абгульняе класічны прынцып адноснасці, даводзячы пра інварыянтнасць усіх законаў фізікі (а не толькі законаў механікі) у інерцыяльных сістэмах адліку. У ёй пераадольваецца ўяўленні пра абсалютную прастору і час, пра абсалютную адначасовасць і эфір. Прасторава-часавыя характарыстыкі пэўнай сістэмы залежаць ад яе руху, які ва ўсіх выпадках з'яўляецца адносным, бо прывілеяваных, абсалютных рамак для яго выяўлення не існуе. Падзеі, адначасовыя ў адной сістэме адліку, могуць быць розначасовымі ў другой. Ва ўсеагульнай тэорыі адноснасці найгрунтоўнейшы прынцып рэлятывісцкай фізікі пашыраецца на паскораны рух. У якасці асновы для такога пашырэння паслужыла ідэя эквівалентнасці эфектаў, якія выклікаюцца ўздзеяннем аднароднага гравітацыйнага поля на пэўную сістэму і яе паскарэннем (у стане свабоднага падзення). Ва ўсеагульнай тэорыі адноснасці прастора-час канчаткова страціла свой абсалютны і косны характар, зрабіўшыся*

гнуткай, эластычнай, здольнай скрыўляцца пад уздзеяннем масы-энергіі. Яе апісанне запатрабавала звароту да неэўклідавай (рыманаўскай) геаметрыі. Дзіўныя, парадаксальныя з пункту гледжання паўсядзённага вопыту высновы, зробленыя ў абсягу рэлятывісцкай фізікі, а таксама шэраг звязаных з гэтымі высновамі тэарэтычных прадказанняў былі пацверджаны эмпірычнымі даследаваннямі. Хоць прынятая большасцю навуковай супольнасці эйнштэйнаўская версія рэлятывісцкай фізікі выглядае паспяховай і плённай, некаторыя навукоўцы (прыхільнікі і паслядоўнікі А. Пуанкарэ, прадстаўнікі канструктывісцкага кірунку) імкнуцца тым не менш распрацаваць альтэрнатыўныя падыходы і канцэпцыі.

#### Пытанні і заданні

1. Ці пагодзіцеся вы з прыведзеным у тэксце параграфу меркаваннем Т.Даму?

2. Дакажыце, што ўсеагульная тэорыя адноснасці была значна больш радыкальнай, чым спецыяльная, у сваім пераасэнсаванні ўяўленняў пра прастору і час, якія дамінавалі на папярэднім этапе гістарычнага развіцця навукі.

3. У сучасных умовах вядуцца (паспяховыя паводле сведчанняў спецыялістаў [4, с.54]) даследаванні, скіраваныя на сінтэз фізікалісцкага (палявога) і геаметрычнага падыходаў да інтэрпрэтацыі прасторава-часавай структуры Сусвету. Прааналізуйце гэты факт з эпістэмалагічнага і метадалагічнага пунктаў гледжання.

4. Для сучаснага амерыканскага філосафа А.Грунбаума відавочна, што тэорыя адноснасці зусім не змушае да прыняцця этычнага рэлятывізму [39, с.133]. Ці згодні вы з такой пазіцыяй? Адказ абгрунтуйце.

#### **4.3. Усеагульная тэорыя адноснасці і станаўленне сучаснай касмалогіі**

Усеагульнай тэорыі адноснасці належыць адмысловая роля ў кантэксце ўзнікнення і развіцця сучаснай навуковай касмалогіі. Згодна з агульнапрынятым меркаваннем сучаснае фізічнае вучэнне пра космас паўстала і развіваецца менавіта на яе аснове [40, с.168]. Пры гэтым трэба мець на ўвазе, што касмалагічныя экстрапаляцыі не вынікаюць з рэлятывісцкай

фізікі (як і з усякай іншай) аўтаматычна, без дадатковых дапушчэнняў [70, с.117–118]. У якасці такіх дапушчэнняў у дадзеным выпадку найперш фігуруюць пастулаты пра *аднароднасць* (аднолькавасць фізічных умоў у кожным пункце касмічнай прасторы) і *ізатропнасць* (раўнапраўнасць усіх кірункаў пры здзяйсненні фізічных вымярэнняў) Сусвету [40, с.169].

*Першая касмалагічная мадэль*, што грунтуецца на ўсеагульнай тэорыі адноснасці, была разлічана А. Эйнштэйнам у 1917 г. (Варта адзначыць, што шмат хто з тэарэтыкаў навуказнаўства і гісторыкаў навукі лічыць дадзеную падзею пачаткам сучаснай навуковай касмалогіі [40, с.168].) У выніку сваіх разлікаў Эйнштэйн атрымаў *нестацыянарную мадэль* універсуму (мадэль, у рамках якой адлегласці паміж галактыкамі павінны змяняцца з цягам часу). Навуковец лічыў, аднак, больш імаверным, што космас з’яўляецца *статычным*, бо адпаведная мадэль мае больш прасты характар. Эйнштэйн увогуле надаваў прынцыпу прастаты тэарэтычнага апісання фізічнай рэчаіснасці найгрунтоўнейшае значэнне, так што гэты прынцып выконваў у яго навуковай творчасці крытэрыяльныя функцыі пры выбары на карысць таго ці іншага варыянта такога апісання. Таму ён увёў ва ўраўненні ўсеагульнай тэорыі адноснасці спецыяльную велічыню – *касмалагічную канстанту*, якая дазваляла атрымаць статычную мадэль Сусвету<sup>88</sup> [18, с.78].

Іншыя тэарэтыкі, аднак, зрабілі выбар на карысць нестацыянарнага рашэння. Першым, хто прапанаваў такое рашэнне, быў галандскі астраном В.дэ Сітэр (1872–1908). Распрацаваная ім у 1917 г. дынамічная мадэль Сусвету фігуравала на той час як канкурэнтка эйнштэйнаўскай мадэлі [70, с.118]. Аднак найбольш сістэматычную і ўплывовую з пункту гледжання далейшага развіцця касмалогіі форму нестацыянарнае рашэнне ўраўненняў усеагульнай тэорыі адноснасці ў касмалагічным кантэксце атрымала ў савецкага матэматыка А.А. Фрыдмана (1888–1925) і бельгійскага фізіка і тэолага Ж. Леметра (1894–1966). Пры гэтым А.А.Фрыдман паказаў, што згаданае рашэнне мае варыяцыйны характар<sup>89</sup>. У выніку выявілася, што пры

<sup>88</sup> Касмалагічная канстанта фіксавала наяўнасць (супрацьлеглага гравітацыі) адштурхоўвання паміж матэрыяльнымі касмічнымі ўтварэннямі, якое ўзрастае з павелічэннем адлегласці паміж імі. Яна магла быць вызначана такім чынам, што ў выніку атрымлівалася стацыянарная мадэль універсуму.

<sup>89</sup> Як указвае, напрыклад, у дадзенай сувязі Д.Параш’я, “Фрыдман першы, магчыма, разважаў як сапраўдны матэматык, абмежаваўшыся абсалютна бесстароннім вывадам розных класаў касмалагічных рашэнняў ураўненняў Эйнштэйна” [70, с.119].

ўмове гамагеннасці і ізатропнасці космасу яго дынаміка можа быць прадстаўлена ў трох мадэлях. Дзве з іх з’яўляюцца адкрытымі, гэта значыць у іх рамках адлегласці паміж галактыкамі мусяць няспынна павялічвацца (яны адрозніваюцца паміж сабой асаблівасцямі крывізны прасторы-часу). Трэцяя мадэль мае закрыты характар: пасля дасягнення пэўнай максімальнай велічыні згаданых адлегласцей разыходжанне галактык павінна змяніцца супрацьлегла скіраваным працэсам – іх набліжэннем адна да адной [34, т.2, с.868–869]. Выбар на карысць той ці іншай з гэтых мадэляў павінен вызначацца шчыльнасцю масы-энергіі ў космасе. Калі яна мае значэнне, якое не перавышае пэўную крытычную велічыню<sup>90</sup>, перавага мусіць быць аддадзена адкрытаму ўніверсуму, у адваротным выпадку – закрытаму.

Тэарэтычныя даследаванні А. Фрыдмана былі здзейснены ў 1922–1924 гг. Яны мелі менавіта тэарэтычна-матэматычны характар. А вось заслуга спалучэння тэарэтычных вынікаў, дасягнутых рэлятывісцкай фізікай, з эмпірычнымі набыткамі астраноміі належыць Ж.Леметру. У 1927 г. ён прапанаваў адпаведную касмалагічную мадэль, заўважаную навуковай супольнасцю толькі ў 1931 г., у першую чаргу дзякуючы таму, што яе падтрымаў настаўнік навукоўца, вядомы англійскі фізік і астраном А. Эдзінгтан (1882–1944) [77, с.247–248].

Неабходна падкрэсліць, што ў рамках прапанаванай А.А. Фрыдманам і Ж. Леметрам нестацыянарнай версіі рэлятывісцкай касмалогіі ў стане пашырэння (і магчымага сціскання) знаходзіцца сама прастора. У сувязі з гэтым неабходна адзначыць, што ў адпаведных тэарэтычных праектах акцэнтуюцца не толькі яе грунтоўнае адзінства з часам, але і іх унутраныя адрозненні. Адсюль вынікае важная даследчая задача – выявіць уласцівасці прасторы і выявіць іх у залежнасці ад часу [26, с.113]. У працэсе рашэння згаданай задачы паўстала надзвычай сур’ёзная праблема – праблема пачатку згаданага працэсу. У матэматычным плане адпаведныя разлікі прыводзяць да моманту часу, роўнаму нулю, калі ўся матэрыя мусіць быць сканцэнтраваная ў адным пункце (і, адпаведна, крывізна прасторы-часу робіцца бясконцай). У тэарэтычным арсенале сучаснай

---

<sup>90</sup> Паводле разлікаў С. Хокінга і Р. Пенроўза, дадзеная велічыня складае  $7 \cdot 10^{-30} \text{ g/cm}^3$  (пры пэўным значэнні канстанты Хабла, якая вызначае суадносіны хуткасці аддалення і адлегласці пэўнай галактыкі ад Млечнага Шляху) [77, с.202–203].

фізікі няма такіх сродкаў, пры дапамозе якіх можна адэкватна апісаць такую сітуацыю (для яе абазначэння ў навуцы прыняты тэрмін “сінгулярнасць”).

Той момант, што ўсеагульная тэорыя адноснасці дапускае існаванне пачатковай сінгулярнасці, сведчыць, на думку большасці даследчыкаў, пра абмежаваны характар сферы яе магчымага ўжывання. (З пункту гледжання некаторых аўтараў згаданая абмежаванасць з’яўляецца натуральнай і заканамернай: у выпадку прыватнавуковай тэорыі сітуацыя ў прынцыпе не можа быць іншай [34, т.2, с.869].) У адпаведнасці з такой інтэрпрэтацыяй сінгулярнасці не з’яўляюцца рэальнымі прыроднымі феноменамі, яны толькі выяўляюць “занадта далёкую экстрапаляцыю рэлятывісцкай прасторы-часу” [40, с.171].

Разам з тым існуе і іншы погляд на дадзеную сітуацыю. Згодна з ім “першапачатковая сінгулярнасць павінна разглядацца не як індикатар няведання, а як крыніца касмалагічнай інфармацыі” [40, с.171]. Акрамя таго, як паказалі С. Хокінг і Р. Пенроўз, пры пэўных – досыць рэалістычных – умовах дэгенерацыя прасторы-часу (якую ўяўляюць сабой сінгулярнасці) у некаторых яе пунктах з неабходнасцю вынікае з ураўненняў усеагульнай тэорыі адноснасці [40, с.170]. Той момант, што чорныя дзіркі разглядаюцца сёння астрафізікамі і астраномамі як рэальныя касмічныя аб’екты, з’яўляецца важкім аргументам на карысць такога – рэалістычнага – падыходу да рашэння дадзенай праблемы.

Неабходна адзначыць, што вынікі астранамічных назіранняў, якія былі ў той час не менш інтэнсіўнымі, чым намаганні тэарэтыкаў, сведчылі хутчэй на карысць дынамічнай, чым стацыянарнай, версіі рэлятывісцкай касмалогіі. Гэта прызнаў і сам А. Эйнштэйн, які, бліжэй пазнаёміўшыся з імі, назваў увядзенне касмалагічнай канстанты ў распрацаваную ім мадэль Сусвету найвялікшай навуковай памылкай у сваім жыцці. Сапраўды, адкрытае ў 1929 г. амерыканскім астраномам Э. Хаблам<sup>91</sup> чырвонае зрушэнне ў спектрах выпраменьвання,

---

<sup>91</sup> Гісторыкі навукі адзначаюць, што адкрыццё Э.Хабла было зроблена не на пустым месцы, што ў яго былі папярэднікі (напрыклад, іншы амерыканскі астраном В.Сліфер (1875–1969), які, дзякуючы сваім назіранням, істотна наблізіўся да ўяўлення пра ўніверсум, што знаходзіцца ў стане пашырэння) [26, с.396–397; 69, с.31–32].

што ідзе з іншых галактык<sup>92</sup>, выглядае досыць пераканаўчым аргументам на карысць фрыдманаўскага падыходу. Справа ў тым, што найбольш натуральным чынам згаданы феномен тлумачыцца як выяўленне эфекта Доплера–Фізо, гэта значыць як сведчанне аддалення іншых касмічных сістэм ад Млечнага Шляху [46, т.2, с.867]. (Праўда, не ўсе сябры навуковай супольнасці прымаюць такое тлумачэнне. Канкурэнтназдольная альтэрнатыва яму пакуль, аднак, не выпрацавана [77, с.251].)

Пры гэтым трэба мець на ўвазе, што чырвонае зрушэнне назіраецца ў спектрах абсалютнай большасці галактык на ўсіх кірунках. Таму можна весці гаворку пра іх узаемнае разыходжанне, гэта значыць пра пашырэнне ўніверсуму. У дадзенай сувязі не варта забывацца таксама на адзначаны вышэй досыць экзатычны характар узаемнага аддалення касмічных сістэм (а таму і звязанага з імі выяўлення эфекту Доплера–Фізо) у іх рэлятывісцкай інтэрпрэтацыі. Сапраўды, яно мусіць выклікацца рухам не саміх галактык, а іх носьбіта – прасторы.

Той факт, што адкрыццё Э. Хабла вельмі добра стасуецца з касмалагічным праектам А. Фрыдмана, азначае разам з тым яго ніяк не горшую спалучальнасць з усеагульнай тэорыяй адноснасці. Далейшыя касмалагічныя пошукі і даследаванні разгортваліся найперш на яе аснове. Шмат хто з астрафізікаў і касмолагаў аддае ёй адназначную перавагу і ў сучасных умовах. Так, французскі навуковец Т.Даму перакананы, што сукупнасць дасягнутых на сёння эмпірычных вынікаў у галіне касмалогіі “нельга зразумець і растлумачыць інакш, чым у рамках гэтай тэорыі” [77, с.215]. Разам з тым у XX ст. мелі месца спробы мадыфікаваць яе ў касмалагічным кантэксце і нават знайсці альтэрнатыву рэлятывісцкай фізіцы як аснове касмалагічных даследаванняў (напрыклад, праз новы зварот да ньютонаўскай тэорыі гравітацыі [70, с.120]). Грунтуючыся на гэтых фактах, Д. Параш’я канстатуе, што “сувязі паміж касмалогіяй і ўсеагульнай тэорыяй адноснасці, надзвычай моцныя ў 1917 г., з цягам часу ва ўсё большай ступені слабелі” [70, с.119], хоць

---

<sup>92</sup> Эмпірычнай канстатацыяй таго факта, што Сусвет не абмяжоўваецца нашай галактыкай – Млечным Шляхам, мы таксама абавязаны Э. Хаблу, хоць на спекулятыўным узроўні дадзенае меркаванне неаднаразова выказвалася і да яго (напрыклад, І. Кантам, які сцвярджаў, што белыя туманнасці ўяўляюць сабой падобныя на Млечны Шлях гіганцкія дыскападобныя аб’екты, хоць большасць навукоўцаў разглядала іх як газападобныя ўтварэнні ўнутры нашай галактыкі) [69, с.17; 77, с.246].

весці гаворку пра поўны іх разрыў было б неправамерным перабольшаннем [70, с.120].

*Такім чынам, наводле агульнапрынятага меркавання тэарэтычны падмурак, на якім узнікла сучасная касмалогія, утварае рэлятывісцкая фізіка (ўсеагульная тэорыя адноснасці). Аднаведныя тэарэтычныя і эмпірычныя даследаванні прывялі да перамогі нестатыянарнай мадэлі ўніверсуму ці, дакладней, мадэляў, бо сучасны стан ведаў не дазваляе зрабіць адназначны выбар паміж рознымі тэарэтычнымі сцэнарыямі разгортвання касмічных падзей. Хоць развіццё сучаснай касмалогіі адбываецца найперш на грунце ўсеагульнай тэорыі адноснасці, тым не менш некаторыя даследчыкі спрабавалі мадыфікаваць яе ў касмалагічным кантэксце і нават распрацаваць альтэрнатыўную ёй тэарэтычную аснову для касмалагічных даследаванняў.*

#### Пытанні і заданні

1. Якія высновы можна зрабіць, на вашу думку, з гісторыі касмалагічных пошукаў А. Эйнштэйна?

2. На думку шмат каго з даследчыкаў, да істотных пераваг рэлятывісцкай тэорыі гравітацыі перад яе папярэдніцай належыць той момант, што распрацаваныя на грунце ўсеагульнай тэорыі адноснасці “эвалюцыйныя мадэлі космасу ствараюць аснову для вырашэння нютанаўскага гравітацыйнага парадокса (і парадокса Ольберса)” [34, т.2, с.869]. Растлумачце, чаму рэлятывісцкія дынамічныя касмалагічныя праекты адкрываюць такія магчымасці.

3. У філасофскай літаратуры выказваецца меркаванне, згодна з якім рэлятывісцкае мысленне выступае як аднаўленне лейбніцыйскай манадалагічнай традыцыі [70, с.120]. Прааналізуйце дадзенае меркаванне ў касмалагічным кантэксце.

4. У “Парсіфалі” Р.Вагнера ёсць эпізод, дзе ствараецца вобраз часу, які спараджае прастору [77, с.213]. Падумайце, з якім аспектам рэлятывісцкай касмалогіі дадзены вобраз арганічна стасуецца.

5. Якія высновы ў кантэксце метатэарэтычнага апісання суадносін тэарэтычнага і эмпірычнага ўзроўняў навуковага пазнання дазваляе зрабіць гісторыя станаўлення рэлятывісцкай касмалогіі?

#### 4.4. Навуковая рэвалюцыя пачатку XX ст.: распрацоўка асноў квантавай фізікі

*Прапанаваная М.Планкам у 1900 г. тэорыя выпраменьвання* была першым крокам да стварэння квантавай фізікі. Квантавая фізіка фактычна ўзнікла ўжо, яна прамовіла свае першыя – надзвычай важныя – словы (хоць гэта быў у параўнанні з выспелай квантавай механікай дзіцячы лепет [18, с.25]). Непасрэдным наступнікам М.Планка ў кантэксце распрацоўкі квантавых уяўленняў быў А. Эйнштэйн, які выкарыстаў іх для тлумачэння з’явы *фотаэфекту* – вылучэння электронаў з атамаў ці малекул пад уздзеяннем электрамагнітнага выпраменьвання<sup>93</sup>. Электроны выбіваюцца з металічнай пласцінкі, напрыклад, квантамі святла (пазней – у 1926 г. – яны атрымалі назву фатонаў) дастаткова высокай энергіі. У 1912 г. А. Эйнштэйн выказаў яшчэ больш смелую, “некласічную” ідэю, згодна з якой *квантаванне характарызуе не толькі абмен энергіяй паміж выпраменьваннем і рэчывам, але і належыць да самой існасці электрамагнітнага поля* [26, с.622]. (Такім чынам, вобраз святла ў фізіцы зведаў новую метамарфозу: адбылося своеасаблівае вяртанне да ньютанаўскай карпускулярысцкай парадыгмы. Як піша Р. Фейнман, Ньютан меў рацыю ў сваіх высновах, хоць яго разважанні, якія вялі да іх, былі памылковымі [36, с.14].)

Высветлены фізікай у канцы XIX ст. факт, што атам не з’яўляецца непадзельнай часцінкай, паставіў перад навукоўцамі пытанне пра яго будову. У 1902 г. амерыканскі навуковец Г. Льюіс распрацаваў кубічную мадэль згаданай будовы, у рамках якой электроны былі размешчаны ў вяршынях куба. У 1903 г. першаадкрывальнік электрона Д.Томсан выказаў ідэю, што атам уяўляе сабой дадатна зараджаную сферу, унутры якой хаатычна раскіданы адмоўна зараджаныя электроны (нібы рызынкі ў булцы). Японскі фізік Х. Нагаока (1865–1960) адхіліў дадзеную мадэль на падставе ўзаемнай непранікальнасці супрацьлеглых зарадаў. Ён прапанаваў першы, ранні варыянт так званай планетарнай мадэлі<sup>94</sup>, у якой адмоўна зараджаныя электроны рухаюцца вакол дадатна зараджанага цэнтра (ядра)

<sup>93</sup> З’ява фотаэфекту была фактычна адкрыта Г.Герцам у 1887 г. [60, с.211].

<sup>94</sup> Дадзеная мадэль атрымала такую назву праз сваё падабенства з геліяцэнтрыйнай мадэллю нашай планетнай сістэмы.

атама. Навуковец бачыў атам падобным да Сатурна: надзвычай масіўнае ядро адпавядала самой планеце, а электроны – яе кольцам. У 1911 г. выдатны англійскі фізік Э. Рэзерфорд эксперыментальным шляхам выявіў, што найбольш адэкватнай рэальнаму стану рэчаў з’яўляецца менавіта планетарная мадэль: асноўная частка атамнай масы і дадатны зарад часцінкі сапраўды сканцэнтраваны ў яго цэнтральнай частцы (ядра), вакол якой рухаюцца адмоўна зараджаныя электроны.

Гэтыя эксперыментальныя вынікі, аднак, сутыкнуліся з класічнымі тэарэтычнымі ўяўленнямі, спарадзіўшы істотныя праблемы. Справа ў тым, што ўладкаваны згаданым вышэй чынам атам мусіў быць нестабільным: рухаючыся вакол ядра, электроны павінны бесперапынна выпраменьваць энергію, губляць яе і ў канчатковым выніку падаць на яго. Насуперак гэтаму сцэнарыю, аднак, эмпірычныя даследаванні сведчылі на карысць стабільнасці атама.

У такіх умовах Н. Бор зрабіў выснову, што “атамныя з’явы знаходзяцца па-за межамі класічнай фізікі” [46, т.7, с.1786]. Для тлумачэння згаданых з’яў ён звярнуўся да Планкавай тэорыі выпраменьвання, спалучыўшы *эксперыментальна выяўленую і абгрунтаваную мадэль атама з квантавай гіпотэзай у адзінай тэарэтычнай схеме*. Бор дапусціў, што электроны рухаюцца вакол ядра толькі па пэўных “стацыянарных” арбітах, якія знаходзяцца на пэўнай адлегласці ад ядра і характарызуюцца пэўным значэннем энергіі. Класічныя ўяўленні не дапускалі такога абмежавання, яны “дазвалялі” электрону рухацца па любой арбіце. Пры гэтым, паводле тэорыі Бора, электроны не выпраменьваюць энергіі, што зноў-такі супярэчыла класічным уяўленням. Калі атам атрымлівае энергію (напрыклад, у выпадку ўздзеяння на яго электрамагнітнага выпраменьвання ці яго награвання), дадзеная энергія ўспрымаецца пэўнымі электронамі ці размяркоўваецца паміж некалькімі часціцамі. Пры гэтым адпаведныя электроны робяць скачок на іншую дазволеную арбіту, больш аддаленую ад ядра. Яны не затрымліваюцца, аднак, на новай “радзіме” і хутка – зноў-такі скачкападобным чынам – вяртаюцца назад, што правакуе электрамагнітнае выпраменьванне пэўнай частаты. Дадзеная частата залежыць ад колькасці арбіт, якія пераскоквае электрон, і ад іх аддаленасці ад ядра [78, с.647].

Адыход ад класічных уяўленняў не азначаў, аднак, у Бора поўнага разрыву з імі. Ужо ў гэтай ранняй сваёй тэорыі ён

кіраваўся фактычна прынцыпам адпаведнасці (гл. 2.1), выразна сфармуляваным ім і названым так пазней (у 1923 г.). У дадзеным выпадку гэты прынцып патрабаваў разглядаць класічныя законы як эфектыўнае набліжэнне квантавых законаў, калі гаворка ідзе пра арбіты дастаткова вялікага радыуса і дастаткова значнай энергіі.

Атамная мадэль Бора гарманічна стасавалася з пэўнымі эмпірычнымі знаходкамі, зробленымі фізікамі на той час (1913 г.), і тлумачыла іх (найперш адкрыты ў 1885г. швейцарскім матэматыкам і фізікам І. Бальмерам (1825–1698) спектр атама вадароду, які да бораўскай тэорыі заставаўся эмпірычнай канстатацыяй). Яна добра ўпісвалася таксама ў новы тэарэтычны кантэкст, звязаны з узнікненнем і развіццём квантавых уяўленняў (інакш і быць не магло, таму што Бор абапіраўся на іх і ў выніку самым істотным чынам паспрыяў іх развіццю).

Разам з тым прапанаваная маладым навукоўцам тэорыя паспяхова мадэлявала толькі працэсы і з’явы, звязаныя з атамам вадарода (найпрасцейшым па сваёй структуры). Яна ні ў якім разе не магла прэтэндаваць на статус грунтоўнай, што разумеў і сам Бор [70, с.165]. Яе нельга, аднак, недаацэньваць: ёй належыць істотнае значэнне ў тым плане, што яна была крокам наперад у сцвярджэнні ў навуцы квантавых уяўленняў, што яна падтрымала адпаведную традыцыю і, як было падкрэслена крыху вышэй, надала моцны імпульс яе далейшаму разгортванню.

Сапраўды, пасля з’яўлення бораўскай тэорыі квантавая фізіка развівалася на шматлікіх кірунках. Так, “паводле метаду Бора была здзейснена значная праца па аналізе эксперыментальна выяўленых атамных спектраў” [70, с.166], была ўдасканалена сама яго тэорыя (пры гэтым А. Розенфельд (1868–1951), якому належыць заслуга згаданага ўдасканалення, абапіраўся на рэлятывісцкія ўяўленні, што несла ў сабе ідэю сувымяральнасці новай канцэпцыі прасторы-часу і квантавай фізікі [26, с.785]). Паспяхова разгортваліся таксама даследаванні структуры атама і атамнага ядра, паводзін мікрачасціц, узаемадзеяння выпраменьвання і матэрыі. (У дадзенай сувязі неабходна адзначыць адкрытую ў 1922 г. амерыканскім фізікам А. Комптанам (1892–1962) з’яву, сутнасць якой – у змяненні частаты і энергіі фатонаў пры іх рассяйванні на свабодных электронах. Дадзены феномен – *эфект Комптана* – разглядаецца як грун-

тоўны аргумент на карысць уяўлення пра квантавы характар электрамагнітнага выпраменьвання.) Надзвычай важна таксама, што ў гэтай галіне працаваў шэраг у *найвышэйшай ступені* таленавітых фізікаў і што шмат каго з іх звязвалі адносіны сяброўства, узаемнай павагі і супрацоўніцтва. Гэта не выключае, натуральна, наяўнасці рознагалосіц і дыскусій паміж імі, у працэсе якіх іх “галоўныя дзейныя асобы не заўжды былі ветлівымі ў дачыненні адзін да аднаго” (такога кшталту негатыўныя моманты мелі месца, напрыклад, ва ўзаемаадносінах В. Гейзенберга і Э. Шродзінгера) [63, с.763]. Інтэнсіўнымі творчымі намаганнямі гэтай плеяды навукоўцаў і былі створаны асновы квантавай тэорыі ў выспелай яе форме.

Асноўныя падзеі ў плане згаданага стварэння разгарнуліся ў сярэдзіне 20-х гг. XX ст. У 1924 г. французскі фізік Л. дэ Бройль (1892–1987) абагульніў квантава-хвалевы дуалізм электрамагнітнага выпраменьвання, распаўсюдзіўшы яго на матэрыю, на аб’екты мікрасвету. Гэтыя аб’екты мусяць уваважаць у сабе і карпускулярныя, і хвалевыя ўласцівасці: ва ўраўненні Л. дэ Бройля іх імпульс (характарыстыка карпускулярнага парадку) увязваецца з даўжынёй хвалі, што адпавядае кожнаму з іх.

У 1925 г. малады нямецкі фізік В. Гейзенберг здолеў сфармуляваць асновы слушнай фармальнай, матэматычнай мадэлі квантава-механічных працэсаў. Яго поспех грунтаваўся на крытычным пераасэнсаванні інтэлектуальных практык, што мелі месца ў атамнай фізіцы да гэтага часу. Ён прыйшоў да высновы пра іх істотную непаслядоўнасць: новыя, квантавыя падыходы спалучаліся ў іх з традыцыйнымі, класічнымі ўяўленнямі, якім бракавала эмпірычнага абгрунтавання і апраўдання. Нават Н. Бор выкарыстоўваў яшчэ ў сваёй тэорыі такія паняцці, як “становішча” ці “перыяд абарачэння” ў дачыненні да электрона, хоць яны не могуць назірацца. Як піша сам В. Гейзенберг, навукоўцы неяк прызвычаліся да гэтай няпэўнай сітуацыі, у якой “паняцці і ўяўленні, перанесеныя з папярэдняй фізікі ў сферу атамаў, выступаюць там як напалову праўдзівыя і напалову памылковыя” [44, с.85]. Менавіта таму ён звярнуўся да велічынь, што могуць быць прадметам назіранняў (напрыклад, частот святла, што выпраменьваецца атамам), і да распрацоўкі новага матэматычнага фармалізму.

Згаданы фармалізм грунтаваўся на *законах матрычнага злічэння*. Ён меў у найвышэйшай ступені абстрактны характар,

“пазбаўлены ўсялякай сувязі з геаметрычнай інтуіцыяй” [70, с.169]. Тым не менш, як і ў выпадку іншых рэвалюцыйных фізічных тэорый гэтага часу, матэматычны фармалізм матрычнай механікі не быў адзелены безданню ад класічнай фізікі. У рэтраспектыўным аналізе працэсу яго распрацоўкі В. Гейзенберг робіць у дадзенай сувязі цікавую заўвагу, указваючы, што гаворка для яго не ішла пра тое, каб з класічных прынцыпаў вывесці новыя “матэматычныя дачыненні, але каб адгадаць іх праз падабенства з формуламі класічнай фізікі” [44, с.86].

У 1926 г. Э. Шродзінгер стварыў іншую ўдалую матэматычную версію квантавай механікі. Як было падкрэслена вышэй (2.3), цэнтральнае месца ў яго даследаваннях і развагах займала праблема суадносін бесперапыннага і дыскрэтнага ў структуры рэальнасці. Ён імкнуўся даказаць, што карпускулярны аспект згаданай структуры вынікае з яе хвалевага аспекта, аддаючы, такім чынам, перавагу *прынцыпу бесперапыннасці*. Тым не менш навуковец указваў, што на эмпірычным ўзроўні дамінуе момант дыскрэтнасці: працэс вымярэння мусіць мець завершаны характар [81, с.19–21]. Прынцып бесперапыннасці павінен быць звязаны, значыць, з тэарэтычным пазнаннем, дзе ён найбольш яскрава выяўляецца ў матэматычных функцыянальных сувязях [81, с.21].

Тэорыя Э. Шродзінгера якраз і дазваляла перадаць функцыянальную залежнасць каардынат мікрасасціцы ад часу. Яна абапіралася на два важныя дапушчэнні, згодна з якімі, першае, ігнараваліся працэсы анігіляцыі і ўтварэння часціц, гэта значыць іх колькасць павінна была заставацца канстантнай; па-другое, дапускалася, што іх хуткасць заставалася малой у параўнанні з хуткасцю святла, гэта значыць яна мела нерэлятывісцкі характар<sup>95</sup>. Ядро дадзенай тэорыі – знакамітае ўраўненне Э. Шродзінгера – дапускае шэраг рашэнняў, якія ўяўляюць сабой розныя хвалевыя функцыі. Квадраты гэтых функцый выяўляюць імавернасць знаходжання часцічкі ў прасторавым аб’ёме, што акаляе пэўны яго пункт [46, т.12, с.402; 70, с.203].

У дадзенай сувязі досыць дзіўнай выглядае ацэнка, якую дае хвалевай механіцы Д.Параш’я, разглядаючы яе як “у найвышэйшай ступені класічны праект”, што здзяйсняўся ў кван-

---

<sup>95</sup> Фармулёўка адпаведнага ўраўнення, у якім улічваліся рэлятывісцкія эфекты, гэта значыць дапускалася хуткасць руху часціц, блізкая да хуткасці святла, належыць выдатнаму англійскаму фізіку П.Дзіраку.

тавай фізіцы (у адрозненне ад радыкальных у сваёй рэвалюцыйнасці поглядаў Н. Бора і В. Гейзенберга) [70, с.193]. З такім меркаваннем наўрад ці можна пагадзіцца, бо, па-першае, як паказаў сам Э. Шродзінгер, яго тэорыя з'яўляецца эквівалентнай матрычнай механіцы, распрацаванай В. Гейзенбергам<sup>96</sup> (таму кожная з іх не можа значна саступаць іншай у сваім рэвалюцыйным патэнцыяле). Па-другое, як адзначалася вышэй, яна атрымала некласічную статыстычную інтэрпрэтацыю<sup>97</sup> (Д. Параш'я, зрэшты, гэта ведаў). Як бы ні ставіўся да такой інтэрпрэтацыі сам Э.Шродзінгер, факт яе з'яўлення сведчыць пра здольнасць хвалевай механікі набыць адпаведную форму, пра яе значны патэнцыял у гэтым плане. Разам з тым варта зазначыць, што навуковец не адчуваў асаблівага піетэту перад класічным разуменнем прынцыпу дэтэрмінізму (гл. прадмову). Гэта, безумоўна, зусім не азначае, што ён адмаўляў пэўную сувязь сваёй тэорыі з класічнымі ўяўленнямі (як не адмаўлялі яе, зрэшты, і Н. Бор з В. Гейзенбергам). Э. Шродзінгер, як і Л. дэ Бройль, лічыў, што распрацаваная ім хвалевая тэорыя з'яўляецца абагульненнем класічнай механікі аналагічна таму, як хвалевая (фізічная) опытка з'яўляецца абагульненнем опыкі геаметрычнай [3, с.388; 46, т.12, с.401]. Хоць Шродзінгер хутчэй за ўсё сапраўды не быў настолькі радыкальным і паслядоўным у пераадоленні класічных уяўленняў, як Бор і Гейзенберг, тым не менш яго хвалевую механіку наўрад ці дапушчальна характарызаваць як “у найвышэйшай ступені класічны праект”.

У 1927 г. у абсягу квантавай тэорыі былі зроблены надзвычай важныя абагульненні, вакол якіх і сёння не сціхаюць філасофскія і навуковыя дыскусіі. Гаворка ідзе пра сфармуляваную В. Гейзенбергам тэзу пра дачыненне няпэўнасці і выпрацаваны Н. Бора прынцып дапаўняльнасці. *Дачыненне няпэўнасці* азначае немагчымасць адначасова з поўнай і аднолькавай дакладнасцю вызначыць цесна звязаныя паміж сабой велічыні, што характарызуюць рух мікрааб'ектаў (каардынаты часціцы і яе імпульс, час і энергію), бо чым больш дакладна вызначаецца

<sup>96</sup>Крыху пазней (у 1930 г.), аналізуючы сітуацыю ў фізіцы ў сярэдзіне 20-х гг., Шродзінгер пісаў у дадзенай сувязі, што прадказанні адносна будучых вымярэнняў, зробленыя на аснове абедзвюх тэорый, супадалі [81, с.19].

<sup>97</sup>Істотная роля ў яе распрацоўцы належала нямецкаму фізіку М. Борну (1882–1970) [34, т.3, с.720], які разам з тым узяў самы чынны ўдзел і ў распрацоўцы матрычнай механікі [70, с.168].

адна велічыня, тым больш няпэўнай робіцца другая. Калі, напрыклад, мы адназначна выявім хуткасць (імпульс) электрона, любыя каардынаты (любое месцазнаходжанне) зробіцца для яго аднолькава імавернымі. Такім чынам, В. Гейзенберг надзвычай рашуча і радыкальна ўвёў у тэарэтычную фізіку ў якасці неад'емнага, неабходнага элемента спасціжэння і апісання характэрных для мікрасвету працэсаў момант няпэўнасці, імавернасці, выпадковасці. Больш за тое, на яго думку, у сваім найглыбейшым сэнсе дачыненне няпэўнасці яскрава выяўляе выразна ўсвядомленую ім раней немагчымасць ужывання класічных уяўленняў, ідэй і паняццяў пры апісанні мікрасвету без іх кардынальнай трансфармацыі.

Разам з тым, аднак, на пэўным узроўні квантава-механічнага дыскурсу без згаданых уяўленняў, ідэй і паняццяў абысціся нельга. Да такой высновы прыйшоў Н. Бор, грунтуючыся на сфармуляваным ім *прынцыпе дапаўняльнасці*. (Дадзены прынцып, на думку яго першаадкрывальніка, увогуле сягае за межы фізікі і мае філасофскае значэнне [46, т.4, с.933].) Катэгорыя “дапаўняльнасць” паўстала з неабходнасці адэкватнага тэарэтычнага апісання феноменаў, характар і асаблівасці якіх не могуць быць перададзены пры дапамозе аднаго ўяўлення, аднаго вобраза, адной карціны. Таму для раскрыцця іх характэрных рыс, іх адметнасці, іх дынамікі даследчык мусіць звяртацца да паняццяў і ідэй, што ўзаемна выключаюць адно аднаго, і патрапляе, такім чынам, ва ўзаемавыключальныя (і ўзаемадапаўняльныя) пазнавальныя сітуацыі [34, т.2, с.847; 44, с.147; 46, т.4, с.1093]. Пры гэтым трэба мець на ўвазе, што дапаўняльныя паняцці, выступаючы як неабходныя для адэкватнага апісання рэчаіснасці, не могуць адначасова ўжывацца з усёй строгацю і дакладнасцю. Гэта яскрава выяўляецца і ў палажэнні пра карпускулярна-хвалевы дуалізм мікрааб'ектаў, і ў дачыненні няпэўнасці (часціца і хваля ў першым выпадку, месца і імпульс у другім выступаюць менавіта як такога кшталту паняцці) [88, с.132].

З прынцыпу дапаўняльнасці вынікае, што эксперыменты, здзейсненыя ва ўзаемадапаўняльных пазнавальных сітуацыях, прыводзяць да ўзаемадапаўняльных вынікаў. І гэта не выпадкова: узаемадзеянне эксперыментальных і вымяральных прыстасаванняў з аб'ектамі мікрасвету выступае як неад'емны інтэгральны кампанент той рэальнасці, што павінна даследа-

вацца і апісвацца квантавай фізікай. Розныя фізічныя інструменты, задзейнічаныя ў адпаведных эксперыментах, выклікаюць, такім чынам, розныя формы паводзін мікрааб'ектаў. Гаворачы словамі Н. Бора, у такіх умовах дапаўняльнасць выступае як грунтоўная характарыстыка тых адказаў, што прырода дае на пастаўленыя ёй нашымі эксперыментамі пытанні [34, т.2, с.848].

Прынцып дапаўняльнасці выступае як ядро *капенгагенскай інтэрпрэтацыі квантавай механікі*. У адпаведнасці з ёй незалежнае ад назіральніка і ад умоў назірання апісанне падзей у мікрасвеце немагчымае. Аб'ектывацыя выказванняў (суаднясенне з прадметнай сферай, якое надае ім агульназначны, інтэрсуб'ектыўны характар) пра згаданыя падзеі можа і павінна здзяйсняцца толькі з выразнай спасылкай на пазіцыю даследчыка, на адпаведную перспектыву, бо з яе змяненнем мусіць змяніцца і характар іх апісання. Згаданая аб'ектывацыя, аднак, ні ў якім разе не можа быць забяспечана без звароту да класічных паняццяў. Гэта звязана з тым, што фізічныя прыстасаванні, задзейнічаныя ў даследаванні мікрааб'ектаў, належаць да макрасвету і падпарадкоўваюцца яго законам, гэта значыць законам класічнай фізікі.

Неабходна адзначыць, што шмат хто з тэарэтыкаў навуказнаўства, а таксама навукоўцы, прыхільнікі квантавай механікі і яе капенгагенскай інтэрпрэтацыі, але разам з тым нярэдка і непрыхільнікі, энергічна даводзяць пра яе выключную паспяховасць ва ўсіх адносінах. Сучасны французскі навуковец і навуказнавец Ж.-М. Леві-Леблонд указвае, напрыклад, на яе плённасць у даследаванні самых розных сфер рэчаіснасці (ад падзей, што адбываюцца ўнутры ядра, да працэсаў, што маюць месца ўнутры зорак). Ён падкрэслівае таксама яе практычную эфектыўнасць (яна паспяхова ўжываецца ў абсягу тэхнікі – лазернай, звышправадніковай і г. д.) [26, с.785]. К.Ф.фон Вайцзэкер звяртае ўвагу на іншы момант – на надзвычай высокі ўзровень яе эмпірычнага пацвярджэння. Ён піша ў дадзенай сувязі, што сёння можна прывесці ці не мільярд фактаў, якія падпарадкоўваюцца квантавай тэорыі, у той час як не знойдзена ніводнага, які выразна супярэчыў бы ёй [88, с.93].

Разам з тым шэраг філосафаў і навукоўцаў успрыняў яе досыць крытычна. К. Попер, напрыклад, лічыў, што момант няпэўнасці ў спасціжэнні мікрасвету, які сцвярджаецца як прын-

цыповы аспект капенгагенскай інтэрпрэтацыі, павінен разглядацца на самай справе як вымушаны і часовы (у падабенстве са статыстычна-механічным абгрунтаваннем класічнай тэрмадынамікі). Адпаведныя фізічныя велічыні маюць у сапраўднасці дакладныя значэнні, толькі мы не можам іх дакладна вымераць [46, т.11, с.262].

Да самых упартых і паслядоўных апанентаў квантавай тэорыі належаў і А. Эйнштэйн (што выглядае крыху парадасальным, улічваючы яго ўдзел у стварэнні згаданай тэорыі). Не адмаўляючы квантаваму фармалізму і квантавым прынцыпам у праве на існаванне, ён тым не менш лічыў іх часовым рашэннем звязаных з апісаннем мікрасвету праблем. Вялікі фізік не мог прымірыцца з імаверным, статыстычным характарам квантава-механічных уяўленняў, не мог адмовіцца ад класічнага ідэалу адназначнай прычыннасці. “Бог не гуляе ў косці”, – даводзіў ён з гэтай нагоды і нястомна шукаў тэарэтычную альтэрнатыву імавернаму апісанню атамных і субатамных працэсаў у квантавай тэорыі. У сувязі з гэтым паміж ім і Борам разгарэліся надзвычай інтэнсіўныя дыскусіі (якім часам надаецца эпітэт “гамерычныя” [18, с.139]), што далі магутны штуршок далейшаму высвятленню канцэптуальных асноў сучаснай фізікі.

Неабходна адзначыць, што і прыхільнікі, і апаненты капенгагенскай інтэрпрэтацыі квантавай механікі нярэдка бачылі ў ёй падставу для эпістэмалагічнага песімізму, мяркуючы, нібыта яна фіксуе неадольныя межы ў нашым пазнанні прыроды і пасуе перад імі. Такого кшталту песімістычныя высновы аспрэчваюцца і адхіляюцца найперш і з асаблівай энергіяй і паслядоўнасцю філосафамі і навукоўцамі з марксісцкімі поглядамі ці бліжэй да іх. Так, П. Ланжэвен (1872–1946) падкрэсліваў, што дачыненне няпэўнасці выяўляе не неадольны бар’ер для навуковага пазнання, а межы дзейснасці і значнасці паняццяў і ўяўленняў класічнай фізікі, указваючы на патрэбу ў новым матэматычным фармалізме для квантавых велічынь [26, с.787]. Пры гэтым тэарэтыкі, якія належаць да марксісцкага кірунку, мяркуюць, што эфектыўнасць характэрнай для квантавай тэорыі статыстычнай пазнавальнай стратэгіі абумоўлена яе адпаведнасцю аб’ектыўным уласцівасцям самой рэальнасці [34, т.3, с.982].

Ж.-М. Леві-Леблонд, з сімпатыяй згадваючы пазіцыю П. Ланжэвена, указвае на адмысловае значэнне адэкватнага матэма-

тычнага фармалізму ў абсягу квантавай фізікі. Сфармуляваная пры дапамозе адэкватных матэматычных сродкаў, яна губляе парадаксальны выгляд і з яскравасцю дэманструе сваю пазнавальную магутнасць [26, с.787]. Разам з тым ён ацэньвае капенгагенскую інтэрпрэтацыю квантавай тэорыі хутчэй негатыўна (ён гаворыць у дачыненні да яе пра “праблематычную фармулёўку” [26, с.787]). Мяркуючы па ўсім, Ж.-М. Леві-Леблонда турбуюць найперш тэндэнцыі да яе дагматызацыі: асвечаная паспяховасцю сваіх імаверных прагнозаў у практыцы навуковых даследаванняў, яна не спрыяла аналізу фізікамі звязаных з развіццём квантавых уяўленняў праблем грунтоўнага парадку (у першую чаргу пытання пра іх суадносіны з класічнымі паняццямі і ідэямі) [26, с.788]. Аднак і ён сам, і іншыя навукоўцы [18, с.123–124; 26, с.788–789] даводзяць пра тое, што згаданыя дагматычныя тэндэнцыі не здолелі перамагчы і прыпыніць прысвечаныя канцэптуальным пытанням квантавай фізікі інтэнсіўныя дыскусіі філосафаў і навукоўцаў (пра якія гаворка пойдзе ніжэй).

Такім чынам, распрацоўка квантавай механікі распачынаецца з прапанаванай М.Планкам у 1900 г. гіпотэзы квантаў. Затым ідэя квантаў была выкарыстана для тлумачэння з’явы фотаэфекту і абгрунтавання “планетарнай” мадэлі атама, што дало магутны ітуршок далейшаму развіццю атамнай фізікі. Асноўныя падзеі ў кантэксце стварэння развітой квантавай тэорыі адбыліся ў сярэдзіне 20-х гг. XX ст.: быў абагульнены і распаўсюджаны на аб’екты мікрасвету карпускулярна-хвалевы дуалізм электрамагнітнага выпраменьвання, былі распрацаваны дзве ўдалыя версіі матэматычнай фармулёўкі згаданай тэорыі (матрычная і хвалевая), былі сфармуляваны фундаментальныя ў кантэксце яе пэўнай эпістэمالагічнай, метадалагічнай і тэарэтычнай інтэрпрэтацыі тэза пра дачыненне няпэўнасці і прынцып дапаўняльнасці. Дадзеная (капенгагенская) інтэрпрэтацыя квантавай механікі і сёння застаецца прадметам філасофскіх і навуковых дыскусій, хоць яе прыхільнікі (а нярэдка і яе непрыяцелі) даводзяць пра яе выключную паспяховасць.

### Пытанні і заданні

1. Ж.-М. Леві-Леблонд лічыць тэрмін “квантавая механіка” ўстарэлым і неадэкватным той сферы фізічных даследаванняў, якую ён абазначае. Навуковец прапаноўвае замяніць яго на

субстантываваны прыметнік – quantique у французскай мове [26, с.785], што па-беларуску гучала б як квантыка. Падумайце, на чым магла б грунтавацца такая прапанова. Ці падтрымалі б вы яе? Чаму?

2. На думку нямецкага філосафа М. Дрышнера, развага, што выяўляе існасць палажэння пра дачыненне няпэўнасці, павінна мець наступны выгляд: “Магчымыя станы аб’екта апісваюцца квантавай механікай. Аднак у квантавай механіцы не існуе стану, пры якім месца і імпульс адначасова мелі б пэўныя значэнні” [46, т.11, с.262]. Чым адрозніваецца дадзеная фармулёўка ад той, што пададзена раней у тэксце?

3. Прынцып дапаўняльнасці быў сфармуляваны ў працэсе распрацоўкі квантавай механікі. Адпаведная праблематыка, аднак, натуральна можа разглядацца ў кантэксце класічнай тэрмадынамікі [34, т.2, с.847–848; 44, с.149–150]. Прааналізуйце ўзаемадачынненні абедзвюх тэорый з пункту гледжання рэалізацыі ў іх згаданага прынцыпу і паспрабуйце выявіць падабенства і адрозненні паміж імі ў гэтым плане.

4. Падумайце, як суадносяцца паміж сабой прынцып дапаўняльнасці і прынцып адпаведнасці.

5. Наколькі слушным і апраўданым з’яўляецца, на вашу думку, імкненне Н.Бора надаць прынцыпу дапаўняльнасці ўніверсальнае значэнне і пашырыць сферу яго ўжывання на іншыя, нават далёкія ад фізікі галіны пазнання (напрыклад, на этыку, дзе ў якасці дапаўняльных паняццяў, як лічыць навуковец, фігуруюць любоў і справядлівасць)?

#### **4.5. Квантавая фізіка і рэвалюцыя ў сучаснай хіміі**

Вышэй (2.1) закраналася пытанне пра магчымасць радыкальных пераўтварэнняў у адной галіне навуковых ведаў пад уплывам другой (навуковая рэвалюцыя праз парадыгматычную “прышчэпку”). У якасці найяскравейшага прыкладу падобнага разгортвання падзей можа фігураваць рэвалюцыя ў хіміі, здзейсненая на аснове квантава-механічных уяўленняў. Той момант, што квантавая механіка мае для хімічных даследаванняў грунтоўнае значэнне, выразна выявіўся ўжо ў працэсе яе распрацоўкі. Так, тэорыя Бора–Зомерфельда, увядзенне паняцця “спін”, а таксама сфармуляваны В. Паўлі (1900–1958) прынцып выключэння дазволілі растлумачыць перыядычны закон і перыядычную сістэму хімічных элементаў [9, с.314–317].

*Спін* – гэта квантава-механічны аналаг вярчальнага імпульсу класічнай механікі. Яны адрозніваюцца, аднак, тым, што вярчальны імпульс у класічнай механіцы выклікаецца вярчальным рухам масы. Спін належыць да грунтоўных характарыстык элементарных часціц. Згодна з *прынцыпам выключэння* ў атаме не можа быць двух і болей электронаў, рух якіх характарызуецца аднолькавымі значэннямі ўсіх квантавых лікаў. Увогуле, *квантавыя лікі* фіксуюць пэўныя з магчымых значэнняў дадзенай фізічнай велічыні. Каб апісаць іерархічную структурную арганізацыю атама, патрэбны чатыры такія лікі. Яны характарызуюць прасторавае становішча і энергетычны стан той абалонкі, на якой знаходзіцца электрон (больш блізкія да ядра характарызуюцца меншымі значэннямі энергіі, больш аддаленыя – большымі), яе форму, прасторавую арыентацыю і велічыню яго спіна.

У адпаведнасці з *прынцыпам выключэння* на кожнай абалонцы не можа быць больш чым  $2n^2$  электронаў (дзе  $n$  – яе парадкавы нумар у плане аддаленасці ад ядра). Хімічныя ўласцівасці атама істотным чынам звязаны з колькасцю электронаў на знешняй абалонцы: ступенню яе (не)запоўненасці вызначаецца яго хімічная актыўнасць. У сувязі з гэтым была растлумачана такая характарыстыка хімічных элементаў, як іх валентнасць, якая дагэтуль не магла атрымаць слушную тэарэтычную інтэрпрэтацыю. Знайшло сваё тлумачэнне і перыядычнае паўтарэнне іх уласцівасцей у слупках перыядычнай табліцы: яно грунтуецца на тым, што знешнія абалонкі размешчаных у іх элементаў змяшчаюць аднолькавую колькасць электронаў. Дзякуючы выяўленню ўнутранай структуры атама высветлілася таксама, што месца хімічнага элемента ў перыядычнай табліцы (гэта значыць сукупнасць яго характарыстык) залежыць ад зараду ядра атама (колькасці пратонаў у ім) ці сукупнага адмоўнага зараду (гэта значыць колькасці наяўных у адпаведным атаме электронаў).

Уяўленне пра іерархічную структуру атама дазволіла таксама істотна паглыбіць разуменне сутнасці хімічных рэакцый. У хімічных рэакцыях удзельнічаюць электроны, што належаць да знешніх абалонак. Менавіта на высвятленне іх паводзін пры ўтварэнні хімічных злучэнняў была скіравана ўвага хімікаў. Дзякуючы таму інструментарыю, што дала ім квантавая фізіка (найперш хвалевае механіка Э.Шродзінгера), яны былі ў стане

зробіць першыя крокі да тлумачэння характару хімічных сувязяў пры ўтварэнні малекул. Аналагічную выснову можна зрабіць і адносна вывучэння электрахімічных феноменаў: яснае ўяўленне пра структуру атама і тэорыя іанізацыі мелі ў гэтым плане найгрунтоўнейшае значэнне. Галоўным вынікам квантавай рэвалюцыі ў хіміі, аднак, было ўсталяванне ў ёй квантавага мыслення, магутны крок наперад у яе матэматызацыі, так што ў пэўных выпадках квантава-фізічныя разлікі могуць нават зрабіць залішнімі хімічныя эксперыменты.

*Такім чынам, у працэсе распрацоўкі квантавай механікі выявілася яе істотнае значэнне для хімічнай навукі. На аснове тэорыі Бора–Розенфельда, прынцыпу выключэння В. Паўлі і ўяўлення пра спін электрона была растлумачана перыядычная табліца хімічных элементаў. Уяўленне пра іерархічную структуру атама дазволіла паглыбіць разуменне сутнасці хімічных рэакцый, наблізіцца да тлумачэння характару хімічных сувязей пры ўтварэнні малекул. Аднак галоўным вынікам квантавай рэвалюцыі ў хіміі было ўсталяванне ў ёй квантавага мыслення. На гэтай аснове быў зроблены магутны крок наперад у яе матэматызацыі, так што ў пэўных выпадках квантава-фізічныя разлікі могуць замяніць хімічныя эксперыменты.*

### Пытанні і заданні

1. Узаемадзеянне фізікі і хіміі мае сваю гісторыю, свае традыцыі. Што могуць даць нам для разумення згаданага ўзаемадзеяння падзеі, што разгарнуліся ў яго рамках у 20–30-х гг. XX ст.? Паспрабуйце выявіць асаблівасці гэтых падзей у згаданым кантэксце.

2. Грунтоўны ўплыў квантавай фізікі на хімію падаецца відавочным і бясспрэчным. Ці нельга сцвярджаць, што і фізіка атрымала пры гэтым важкія набыткі? (У папярэднім пытанні даводзіцца ўсё-такі пра ўзаемадзеянне гэтых дзвюх навуковых дысцыплін.) Калі так, то ў чым яны?

3. Прааналізуйце феномен квантавай рэвалюцыі ў хіміі ў кантэксце дыскусій пра яе самастойнасць.

4. Сучасны французскі навуковец Ж.-П. Мальрыё піша, што квантавая хімія з'яўляецца хутчэй матэматычна-вылічальнай дысцыплінай, чым тэарэтычнай [77, с.849]. Як можна растлумачыць, на вашу думку, такі стан рэчаў?

5. У тэксце параграфа гаворка ішла пра значэнне квантавай фізікі для сучаснай хіміі. Ці не магла даць пэўныя імпульсы

для разгортвання хімічных даследаванняў у XX ст. і рэлятывісцкая фізіка? Дзякуючы чаму рэлятывісцкая фізіка магла паўплываць на развіццё сучаснай хіміі?

#### 4.6. Праблема ўзаемадзейнення квантавай і рэлятывісцкай фізікі

Узаемадзейненні квантавай і рэлятывісцкай фізікі былі і застаюцца ў найвышэйшай ступені складанымі, напоўненымі вострымі супярэчнасцямі і калізіямі (яскравым прыкладам якіх з’яўляюцца згаданыя вышэй “гамерычныя” дэбаты Бора і Эйнштэйна). Мы маглі ўжо неаднойчы (напрыклад, аналізуючы творчыя пошукі і тэарэтычныя набыткі І. Ньютана, Д.-К. Максвела) пераканацца, што тэндэнцыя да сінтэзу тэорый, у якіх разглядаюцца разнародныя, на першы погляд, феномены, праходзіць праз усю гісторыю фізікі сучаснага тыпу. На грунце гэтай тэндэнцыі заканамерна паўстаў ідэал уніфікацыі фізічных уяўленняў, які нацэльваў навукоўцаў на стварэнне адзінай, вялікай, сінтэтычнай супертэорыі. Дадзеную задачу ставілі перад сабой і імкнуліся вырашыць найвялікшыя фізікі XX ст., яна засталася, аднак, нявырашанай і на сёння.

*Апарэтычная сітуацыя* назіраецца найперш ва ўзаемадзейненнях дзвюх найважнейшых тэорый XX ст. – квантавай і рэлятывісцкай. Кожная з іх, узятая самастойна, мае несупярэчлівы і звязны характар. Пры ўсякай спробе сінтэзаваць іх у адзінае тэарэтычнае ўтварэнне паўстаюць, аднак, вострыя супярэчнасці. (Дадзеная сітуацыя, зрэшты, надта пасуе постмодэрнісцкаму светабачанню. Грунтоўныя фізічныя тэорыі супраціўляюцца іх магчымаму сінтэзу, нібы жадаючы сцвердзіць прынцып рознасці – у дадзеным выпадку рознасці падыходаў да фізічнай рэальнасці, да прыродных з’яў.)

Неабходна адзначыць, што згаданая апарыя (ад старажытнагр. *арогія* – цяжкае становішча, сумненне) мае глыбокія карані, якія сягаюць за межы ўзроўню матэматычнага фармалізму (дзе, безумоўна, выяўляюцца ў найвышэйшай ступені істотныя адрозненні паміж абедзвюма тэорыямі). Справа ў тым, што квантавая і рэлятывісцкая фізіка адрозніваюцца сваімі светапогляднымі падставамі, самой сутнасцю сваіх падыходаў да разумення і апісання прыроды.

Шмат хто з філосафаў і навукоўцаў лічыць правамерным і апраўданым весці гаворку ўвогуле пра іх *прынцыповую роз-*

*натыповасць:* калі квантавая механіка разглядаецца як сучасная тэорыя, то тэорыя адноснасці – як класічная. Такую пазіцыю адстойваў, напрыклад, Э. Шродзінгер, які ўключаў эйнштэйнаўскую тэорыю гравітацыі ў абсяг класічнай фізікі на падставе строга дэтэрміністычнага характару ўласцівай ёй карціны прыроды [81, с.24]. С. Хокінг і Л. Млодзінаў абгрунтоўваюць ідэнтычны пункт погляду тым, што ў ёй, як і ў механіцы Ньютана ці электрадынаміцы Максвела, “універсум мае адну адзіную гісторыю”, у той час як паводле квантавых уяўленняў ён можа мець іх безліч [43, с.103]. (Адмова рэлятывісцкай фізіцы ў праве на статус сучаснага тэарэтычнага ўтварэння выглядае, аднак, досыць праблематычнай, калі ўзяць пад увагу ролю, якая адводзіцца ў ёй назіральніку.)

У больш канкрэтным плане Д.Параш’я выяўляе дзве найгрунтоўнейшыя цяжкасці, што перашкаджаюць стварэнню “квантавай тэорыі адноснасці”.

Па-першае, тэорыя адноснасці даводзіць пра эквівалентнасць масы і энергіі, адкуль вынікае незахаваанне ліку элементарных часцінак пры іх сутыкненні. Згодна з квантава-механічнымі ўяўленнямі (дачынненнем няпэўнасці), энергія сістэмы ў пэўны момант часу не можа быць вызначана дакладна. Як выявіць рэлятывісцкія адносіны паміж велічынямі, адна з якіх выступае як няпэўная?

Па-другое, “калі ў тэорыі адноснасці час і прастора выконваюць сіметрычную ролю, то ў квантавай фізіцы яны поўнасцю раз’яднаныя” [70, с.359].

Д. Параш’я і іншыя даследчыкі справядліва падкрэсліваюць разам з тым, што на лакальным узроўні мелі і маюць месца адносна ўдалыя спробы спалучыць патрабаванні квантавай і рэлятывісцкай фізікі. Яны былі здзейснены ў даследаваннях А. Розенфельда, П.Дзірака, на што ўказвалася вышэй (4.4). Да гэтага шэрагу належаць таксама пошукі навукоўцаў, што прывялі да стварэння квантавых тэорый поля (піянерскімі тут былі працы Р.Фейнмана), пра што больш падрабязная гаворка пойдзе ніжэй (4.8). Тым не менш квантавая тэорыя гравітацыі, патрэба ў якой востра адчуваецца не толькі ў абсягу тэарэтычнай фізікі, але і касмалогіі, застаецца на сёння недасягальнай.

Наяўнасць праблемы стымулюе творчую думку. Апарэтычная сітуацыя ва ўзаемадачынненнях квантавай і рэлятывісцкай фізікі выклікала да жыцця інтэнсіўныя пошукі і паспрыяла вялікім адкрыццям, хоць кардынальнае яе пераадоленне і не

было дасягнута. Высокі інтэлектуальны ўзровень згаданых пошукаў быў зададзены дыскусіямі Н. Бора і А. Эйнштэйна, пра якія неаднаразова ішла гаворка. Праўда, большасць фізікаў працяглы час не надта зважала на інтэлектуальную бітву вялікіх навукоўцаў. Яна падавалася ім занадта субтыльнай, у першую чаргу эпістэمالагічнай і досыць далёкай ад практыкі навуковых даследаванняў.

У кантэксце згаданых дыскусій А. Эйнштэйн, Б. Падольскі (1896–1966) і Н. Розэн (1909–1995) надрукавалі ў 1935 г. артыкул, які меў на мэце даказаць непаўнату квантава-механічнага фармалізму (праблематычны характар квантавай механікі падкрэсліваў загалавак гэтай працы: “Ці можна лічыць квантавае апісанне фізічнай рэальнасці поўным?”). Аўтары артыкула ўказвалі на тое, што ў пэўных выпадках (напрыклад, калі спачатку ўзаемадзейныя паміж сабой мікрааб’екты аддаляюцца адзін ад аднаго) існуе магчымасць строгіх прадказанняў на аснове згаданага фармалізму – яны імкнуліся, такім чынам, абвергнуць яго на яго ж уласнай аснове! Дадзеная акалічнасць яскрава сведчыла, на іх думку, пра існаванне дадатковых, няўлічаных квантавай механікай параметраў і мусіла нацэльваць на іх пошук. Н. Бор адказаў на артыкул А. Эйнштэйна, Б. Падольскага і Н. Розэна ўласнай аднайменнай працай, у якой ён адстойваў супрацьлеглую пазіцыю. Ён падкрэсліваў пры гэтым, што ў прыведзеным яго апанентамі выпадку нельга весці гаворку пра індывідуальныя ўласцівасці мікрааб’ектаў, што яны ўтвараюць адзіную сістэму нават пры аддаленні адзін ад аднаго [18, с.141].

Толькі праз тры дзесяцігоддзі дадзеная палеміка страціла свой чыста акадэмічны характар. У 1964 г. ірландскі фізік Д. Бел паказаў, што пры ўсякай спробе дапоўніць квантава-механічны фармалізм дадатковымі зменнымі, у якіх фіксуюцца скрытыя параметры, што дазваляюць адназначнае апісанне фізічнай рэальнасці, у пэўных выпадках паўстаюць супярэчнасці са зробленымі на яго аснове прадказаннямі. Такім чынам, выбар на карысць пазіцыі Бора ці Эйнштэйна мог грунтавацца не на эпістэمالагічных прыхільнасцях, а на выніках эксперыментаў. Было здзейснена некалькі пакаленняў такіх эксперыментальных праверак, і шмат хто з фізікаў разглядае іх рэзультаты як адназначны аргумент на карысць пазіцыі Н. Бора [18, с.143–145].

Такім чынам, ва ўзаемадачыненьнях дзвюх найважнейшых фізічных тэорый XX ст. – квантавай і рэлятывісцкай – назіраецца апарэйтчыная сітуацыя: узятыя паасобку, яны маюць несупярэчлівы характар, аднак пры ўсякай спробе сінтэзаваць іх узнікаюць супярэчнасці. Дадзеная апарыя, з аднаго боку, мае глыбокія, светапоглядныя і тэарэтычныя падставы, а з іншага – выяўляецца ў іх фармальнай несумяшчальнасці (несумяшчальнасці на ўзроўні ўласцівага кожнай з іх матэматычнага фармалізму). Яна выклікала інтэнсіўныя эпістэمالагічныя і навуковыя пошукі. У іх рэчышчы былі зроблены спробы даказаць, што квантава-механічны фармалізм не з’яўляецца агульназначным. У 60-х гг. XX ст. адпаведныя дыскусіі набылі эксперыментальны падмурак, і вынікі адпаведных эксперыментаў імат хто з фізікаў разглядае як аргумент на карысць капенгагенскай інтэрпрэтацыі квантавай механікі.

#### Пытанні і заданні

1. Наколькі правамерна, на вашу думку, уключаць рэлятывісцкую фізіку ў абсяг класічнай навукі?
2. Наколькі прыцягальным падаецца вам ідэал адзінай фізічнай супертэорыі?
3. Чый бок у дэбатах Бора і Эйнштэйна занялі б вы? Які тып фізічнага апісання рэчаіснасці – квантава-механічны ці рэлятывісцкі – вам бліжэй?
4. Паспрабуйце прааналізаваць узаемадачынненні квантавай і рэлятывісцкай фізікі ў кантэксце ўзаемадзеяння філасофіі і навукі. Як калізій ў згаданых дачыненьнях паўплывалі на філасофію? Якое значэнне мае філасофская рэфлексія ў кантэксце гэтых драматычных калізій?

#### 4.7. Тэорыя Вялікага выбуху як Стандартная мадэль сучаснай касмалогіі

“Напачатку быў...беспарадак, хаос,” – такой, стылізаванай пад тэкст Бібліі фразай адкрываецца прысвечаны касмалагічнай праблематыцы раздзел у кніжцы сучаснага французскага навукоўца А. Жакара “Матэрыя і жыццё”. Затым аўтар працягвае: “Узнікненне нашага Універсуму можна параўнаць з Big Bang, з гіганцкім выбухам” [51, с.6]. Трэба адзначыць трапнасць і дасціпнасць згаданай рэмінісцэнцыі: набыўшы нестачыянарны (і, фактычна, эвалюцыйны) характар, рэлятывісцкая

тэарэтычная касмалогія ў спалучэнні з вынікамі астранамічных назіранняў наблізілася да пытання пра пачатак Сусвету (ці, прынамсі, магло ўзнікнуць такое ўражанне). Гэта выявілася ўжо ў 1931 г., калі Ж.Леметр дзякуючы памянёнаму спалучэнню прапанаваў тэорыю “першапачатковага атама”<sup>98</sup>. Як вядома, дагэтуль згаданае пытанне вырашалася найперш пры дапамозе міфапэтычных і метафізічна-філасофскіх сродкаў.

Калі верыць меркаванню, згодна з якім навуковая касмагонія (вучэнне пра пачатак Сусвету) сапраўды магчымая, то паўстаюць пэўныя сумненні: ці не парушае навука пры гэтым межы свайго легітымнага запытання і ці не патрапляе ў праблемнае поле іншых духоўных формаў? І, апынуўшыся на чужой тэрыторыі, ці не зрабілася яна ахвярай уласнай неабачлівасці, дэградууючы і ператвараючыся ў дапаможны сродак для іншых тыпаў тэарэтычнага засваення рэчаіснасці? Сапраўды, станаўленне эвалюцыйнай касмалогіі – у падабенстве з эвалюцыйнай біялогіяй – выступіла, сярод іншага, як важная падзея і ў кантэксце развіцця ўзаемных стасункаў навукі і рэлігіі. У адрозненне ад біялагічнай эвалюцыйнай тэорыі эвалюцыйны касмалагічны праект з неабходнай у яго рамках і небяспечнай для яго самога праблемай пачатковай сінгулярнасці нярэдка ўспрымаўся як навуковае пацвярджэнне рэлігійна-міфалагічнага светабачання. (Так, Ж.Леметру прыйшлося ўпарта змагацца супраць папрокаў у хітрай, згодніцкай пазіцыі ў кантэксце стасункаў навукі і рэлігіі, якая нібыта была сапраўднай падставай яго тэарэтычных пошукаў і знаходак. Справа ў тым, што, як указвалася вышэй, ён спалучаў у сабе навукоўца-фізіка і каталіцкага святара-тэолага [77, с.249].)

Згаданая сітуацыя падштурхоўвае і да зусім іншага пытання, да пытання пра слухнасць і апраўданасць знакамитага кантаўскага папярэджання, згодна з якім мы не ў стане вырашыць, мае ці не мае свет пачатак у часе (гэтаксама як і абмежаваны ці бязмежны ён у прасторы)<sup>99</sup>. Ці не дыскваліфікавала яго раз-

<sup>98</sup> Гісторыкі навукі ўказваюць, што і для А. Эйнштэйна, і для Э. Хабла шлях да нестацыянарнай мадэлі Сусвету быў досыць няпростым. Ж. Леметр быў значна больш рашучым і паслядоўным у гэтым плане: менавіта ён найбольш паспяхова і ўдала сінтэзаваў на касмалагічным узроўні дасягненні рэлятывісцкай фізікі і сучаснай астраноміі. Таму яго з поўным правам можна назваць “сапраўдным бацькам сучаснай касмалогіі” [26, с.397].

<sup>99</sup> У філасофскай літаратуры дыскутуецца таксама магчымасць адасаблення адна ад адной гэтых дзвюх (тэмпаральнай і прасторавай) частак першай кантаўскай касмалагічнай антыноміі на падставе сучасных касмалагічных даследаванняў і іх вынікаў [70, с.133–135].

вішчэ навукі? Ці не знаходзіцца згаданае папярэджанне ў адным шэрагу з неасцярожным прадказаннем французскага філосафа-пазітывіста А. Конта (1798–1857), паводле якога людзі ніколі не змогуць даведацца пра тое, што адбываецца ўнутры зорак і якое выклікае сёння ўсяго толькі іранічную ўсмешку? [70, с.133–134]. У філасофскай літаратуры выказваюцца розныя меркаванні на гэты конт. Ва ўсіх выпадках відавочна, што слухнага, адназначнага адказу нават на пытанне пра пачатак бачнага ўніверсуму (не кажучы пра абсалютны пачатак *ўсяго*) сучасная навука пакуль што даць не можа (магчыма, у адрозненне ад пытання пра яго прасторавыя межы). Зрэшты, больш слухным падаецца весці гаворку ў дадзеным выпадку не пра пачатак універсуму, а пра пачатак пэўнага фізічнага працэсу – працэсу яго пашырэння. Усё гэта азначае, што кантаўскі падыход у гэтым, тэмпаральным сваім аспекце павінен і ў сучасных умовах успрымацца ўсур’ёз.

“Напачатку была касмалагічная сінгулярнасць,” – даводзіць нам выбудаваная на аснове ўсеагульнай тэорыі адноснасці і эмпірычнай фіксацыі чырвонага зрушэння ў спектрах аддаленых галактык касмалагічная мадэль. У вачах большасці навукоўцаў (пра гэта ішла гаворка ў параграфе 4.3) сінгулярнасці акрэсліваюць мяжу ўжывальнасці рэлятывісцкай фізікі, мяжу нашых ведаў і нашага няведання. Таму яна можа разглядацца таксама і як пляма на рэпутацыі нестатыянарнай касмалагічнай тэорыі, якая зусім выпадкова атрымала назву *тэорыі Вялікага выбуху*. (Так назваў яе англійскі астрафізік Ф.Хойл (1915–2001), які належаў да самых непрыхільных яе крытыкаў і таму ўжыў згаданы выраз, магчыма, з чыста іранічным падтэкстам [26, с.111; 43, с.127].) К.-Ф. фон Вайцзэкер, напрыклад, піша пра няпэўнасць яе статусу: здольная яна быць строга даказанай ці асуджаная заставацца касмаганічным міфам адзначанай атамнай бомбай гістарычнай эпохі адназначна вырашыць на сёння немагчыма [88, с.29]. Пры гэтым навуковец даводзіць пра свой скепсіс менавіта ў дачыненні да гіпотэз, што маюць сваім прадметам першапачатковыя фазы (“эры”) у эвалюцыі ўніверсуму. Ён абгрунтоўвае сваю скептычную пазіцыю ў дадзеным пытанні тым, што ў згаданых гіпотэзах тут і сёння адкрытыя законы прыроды прызнаюцца неабмежавана значнымі і для “нованароджанага” ўніверсуму ў першыя долі секунд яго існавання. У момант часу, аднак, які можна ахарак-

тарызаваць як пункт нуль, гэтыя законы раптоўна губляюць моц і адбываецца татальная капітуляцыя ўсёй сучаснай фізікі. (Сапраўды, пачатак пашырэння ўніверсуму ў згодзе з рэлятывісцкай фізікай мусіць мець дзіўны, незвычайны, загадкавы характар, бо гаворка ідзе не пра яго ўзнікненне ў прасторы і часе, а пра яго ўзнікненне разам з прасторай і часам. Аднак час можа разглядацца як “перадумова сэнсу ўсіх нашых законаў і паняццяў” [88, с.30]!) Значна больш слушным у дадзенай сітуацыі быў бы, на думку навукоўца, падыход, засяроджаны на тых этапах у развіцці ўніверсуму, пра якія ёсць аб’ектыўныя сведчанні і пра якія мы можам гаварыць асэнсавана [88, с.30–31].

Неабходна адзначыць, што абцяжараны праблемай пачатковай сінгулярнасці нестацыянарны касмалагічны праект пэўны час не мог перамагчы ў барацьбе ідэй, якая адбывалася ў сферы касмалогіі. Зрэшты, не толькі праблема сінгулярнасці адштурхоўвала ад яе немалую колькасць навукоўцаў і вымушала іх шукаць альтэрнатыўную гіпотэзу. Акрамя яе, істотныя цяжкасці паўсталі і пры вызначэнні “ўзросту ўніверсуму”, магчымасць якога вынікала з тэорыі Вялікага выбуху. Справа ў тым, што прадпрынятая Э.Хаблам спроба такога вызначэння прынесла ў найвышэйшай ступені незадавальняючы вынік: універсум нібыта праіснаваў усяго 2 млрд гадоў. Гэта адназначна супярэчыла эмпірычным набывкам геалогіі: Зямля мусіла быць старэйшай за Сусвет [69, с.33].

У такіх умовах у якасці альтэрнатывы нестацыянарнай касмалагічнай мадэлі была прапанавана *тэорыя стацыянарнага стану*. Дадзеная тэорыя грунтавалася на “дасканалым” – паводле словаўжывання яе стваральнікаў (Г. Бондзі, 1919–2005; Т. Гольд, 1920–2004; Ф. Хойл) – касмалагічным прынцыпе, згодна з якім матэрыя раўнамерна размеркавана ў бясконцай прасторы і ў бясконцым часе. Феномен чырвонага зрушэння ў галактычных спектрах яе аўтары патлумачылі хоць і непрыкметным, але няспынным сінтэзам вадароду ва ўніверсуме, дастатковым для таго, каб новая матэрыя адціскала наяўныя галактыкі адна ад адной.

Далейшае разгортванне касмалагічных даследаванняў было больш спрыяльным для тэорыі Вялікага выбуху. З аднаго боку, былі выяўлены памылкі Э. Хабла, зробленыя ім пры разліках узросту ўніверсуму, а з іншага – “дасканалы” касмалагічны прынцып не атрымаў эмпірычнага пацвярджэння. У розных

спробах карэкцыі хаблавых разлікаў былі атрыманы розныя вынікі (ад 10 да 18–20 млрд гадоў) [69, с.34–35]; ва ўсіх выпадках, аднак, яны не прычылі ўжо эмпірычным знаходкам геологаў і астраномаў. Акрамя таго, прыхільнікі тэорыі стацыянарнага стану не змаглі знайсці ясны адказ на пытанне пра крыніцы сталага ўзнікнення вадароду ў нашым Сусвеце.

Распрацаваныя ў 30–40-х гг. мадэлі ўнутранай структуры зорак вырашылі праблему крыніцы іх энергіі (такой крыніцай з’яўляюцца рэакцыі тэрмаядзернага сінтэзу). Разам з тым яны паставілі навукоўцаў перад новай загадкай: колькасць ядраў гелію ў нетрах Сонца і іншых зорак выявілася як занадта вялікая, каб быць сінтэзаванай толькі праз згаданыя вышэй рэакцыі. (Падобная сітуацыя склалася, зрэшты, і з дэйтэрыем.) У сувязі з гэтым у 1948 г. Р. Альфер (1921–2007), Г. Бетэ (1906–2005) і Г. Гамаў (1904–1968)<sup>100</sup> прапанавалі ідэю, згодна з якой на сваіх першапачатковых стадыях універсум знаходзіўся не толькі ў надзвычай сціслым ( $10^{24}$  пратонаў і нейтронаў на  $1 \text{ м}^3$ ), але і ў надзвычай гарачым, распаленым стане: яго тэмпература павінна была складаць мільярды градусаў па шкале Кельвіна. (Дадзеная ідэя стасуецца, зрэшты, і з законамі тэрмадынамікі [34, т.2, с.869].) У такіх жахлівых, пякельных варунках якраз і павінны былі сінтэзавацца ядры гелію і дэйтэрыю, якія перавышалі ўнутраныя магчымасці зорак [18, с.80].

Мадэлюючы на грунце ядзернай фізікі і рэлятывісцкай касмалогіі разгортванне фізічных працэсаў на ранніх стадыях касмічнай эвалюцыі, Р. Альфер і Р. Херман (1914–1997) прыйшлі да высновы, што Сусвет павінен быць напоўнены *рэліктавым халодным выпраменьваннем*. У найпрасцейшай мадэлі (калі ардынарная матэрыя знаходзіцца ў стане тэрмічнай квазіраўнавагі з выпраменьваннем і калі яны ахалоджваюцца ў працэсе пашырэння ўніверсуму без значных крыніц энергіі) згаданае выпраменьванне мусіла мець спектр, характэрны для абсалютна чорнага цела. На дадзенае прадказанне ніхто не звярнуў асаблівай увагі. Толькі ў 60-х гг. група прынстанскіх фізікаў, зацікавіўшыся мадэллю Вялікага выбуху, распачала

<sup>100</sup> Напісаны ў 1948 г. артыкул Р. Альфера, Г. Бетэ і Г. Гамава, які меў важнае значэнне ў кантэксце распрацоўкі тэорыі Вялікага выбуху, атрымаў у навуковай супольнасці назву “Альфа-бэта-гама”. У гістарычнай літаратуры можна сутыкнуцца са сцверджаннямі, паводле якіх Г.Бетэ непасрэдна не ўдзельнічаў у яго напісанні, а яго імя было ўведзена ў лік аўтараў менавіта для таго, каб зрабіць магчымым згаданы патранімічны жарт [26, с.111].

падрыхтоўку да яго праверкі (распрацоўваўся адпаведны дэ-тэктар: радыёастраномія дасягнула на гэты момант дастаткова высокага ўзроўню ў сваім самаразвіцці). Ім не пашанцавала, аднак, бо іх апярэдзілі два іншыя амерыканскія навукоўцы – А. Пензіяс і Р. Вільсан, якія, вырашаючы зусім іншыя задачы, выявілі згаданае выпраменьванне (і пазней атрымалі за сваё адкрыццё Нобелеўскую прэмію) [26, с.112]. Так, у 1965 г. абсалютна выпадкова высветлілася дакладнасць зробленай Р. Альферам і Р.Херманам высновы. Дадзеная падзея пацвердзіла тэорыю Вялікага выбуху: большасць касмолагаў аддала перавагу менавіта ёй (спрацаваў эфект спраўджанага тэрэтычнага прадказання). Разам з тым яна ўзняла і аўтарытэт касмалогіі як навукі.

Наступны надзвычай важны крок у сцвярдженні і развіцці тэорыі Вялікага выбуху быў зроблены ў працэсе вивучэння рэліктавага выпраменьвання. Як адзначалася вышэй (4.3), у рамках рэлятывісцкай касмалогіі дапускаецца, што ўніверсум у глабальных маштабах з’яўляецца гамагенным і ізатропным. Разам з тым ён мае структураваны характар, што вымушае весці гаворку пра яго лакальную неаднароднасць. У найпрасцейшай мадэлі яго структурныя ўтварэнні з’яўляюцца вынікам дзеяння гравітацыі на невяліччай неаднароднасці, што магла ўзнікнуць у раннім універсуме. У сувязі з гэтым было зроблена прадказанне, што згаданая неаднароднасць павінна назірацца і ў рэліктавым халодным выпраменьванні (з вельмі маленькай амплітудай, роўнай  $1/100000$ ). Дадзенае прадказанне дакладна пацверджана назіраннямі, праведзенымі ў касмічнай прасторы пры дапамозе даследчага спадарожніка [18, с.82–83].

Высветліць прычыны ўзнікнення лакальнай неаднароднасці ў зусім маленькім універсуме ў самыя першыя долі секунды яго існавання – гэта надзвычай складаная задача, якая на сёння дапускае толькі ў найвышэйшай ступені гіпатэтычныя рашэнні. Найбольш папулярным з такіх рашэнняў з’яўляецца так званая *інфляцыйная мадэль*, якая ў сваіх асновах выходзіць за межы ўсеагульнай тэорыі адноснасці і звяртаецца таксама да квантавай фізікі. Згодна з гэтай гіпотэзай у найпершыя долі секунды наш мікраскапічны па сваіх памерах універсум мусіў павялічыцца ў  $10^{50}$  разоў (доля павелічэння яго энтрапіі складала пры гэтым  $10^{28}$ )! [70, с.135]. Такое хуткае павелічэнне ў многа разоў перавышала, безумоўна, хуткасць святла, што не

пярэчыць, аднак, прынцыпам рэлятывісцкай фізікі. Справа ў тым, што яна забараняе рух з больш імклівай, чым 300000 км/с, хуткасцю ў прасторы, але не для самой прасторы. Памянёнае скачкападобнае пашырэнне ўніверсуму адбывалася, згодна з інфляцыйнай гіпотэзай, не зусім раўнамерна (гэта цалкам ста-суецца з духам і літарай задзейнічанай у ёй квантавай тэорыі). Адпаведныя мікрафлуктуацыі і стварылі падставу для лакаль-най неаднароднасці Сусвету.

Неабходна адзначыць, што гіпотэза інфляцыйнага ўніверсуму, як і іншыя тэарэтычныя пабудовы падобнага кшталту, шмат хто з навукоўцаў успрымае з вялікай доляй скепсісу ці ўвогуле з іранічнай усмешкай. (Вышэй згадвалася пазіцыя К.-Ф. фон Вайцэкера ў гэтым пытанні.) Для грунтоўнага аналізу праблем, звязаных з тымі стадыямі ў развіцці нашага Сусвету, калі ён быў наймаверна маленькім, сціслым і гара-чым, фізікам не хапае найперш надзейных тэарэтычных пад-стаў. Калі для вывучэння адносна больш позніх яго этапаў такія падставы ствараюць малекулярная, атамная фізіка, фізіка элементарных часціц, то даследаванне самых ранніх касмічных падзей магло б разгортвацца на аснове *квантавай тэорыі гра-вітацыі*. Сапраўды, квантавыя і гравітацыйныя эфекты разам прысутнічаюць і выяўляюцца ў гэтых падзеях. (Навукоўцы мяркуюць, што першапачаткова ўсе тыпы фізічных узаема-дзеянняў увогуле ўтваралі непадзельнае адзінства.) Аднак квантавай тэорыі гравітацыі ў распараджэнні даследчыкаў па-куль што няма: праблема сінтэзу квантавай і рэлятывісцкай фі-зікі, як вядома, не знайшла яшчэ свайго грунтоўнага рашэння (4.6).

Акрамя таго, вывучэнне ранняга космасу сутыкаецца з грун-тоўнымі цяжкасцямі і ў эмпірычным плане. Як указвалася вышэй (1.3.2), касмічныя сістэмы ўвогуле, як правіла, успры-маюцца ў іх мінулым стане, бо навукоўцы назіраюць іх праз іх выпраменьванне, а яно не можа дасягнуць зямных і размеш-чаных у касмічнай прасторы тэлескопаў імгненна. Чым далей, значыць, размешчаны аб'ект, тым больш раннія этапы касміч-най эвалюцыі фіксуе інфармацыя, што ідзе ад яго. Аднак са-мыя раннія з іх (магчыма, першы мільён гадоў) мусяць заста-вацца ўвогуле недаступнымі для нас, бо наш універсум быў тады непразрыстым. Справа ў тым, што толькі ў гэты час (прыкладна мільён гадоў пасля пачатку пашырэння) пачалі ўтварацца атамы, якія ў адрозненне ад зараджаных часціц не

перашкаджалі ўжо распаўсюджванню выпраменьвання (дадзены шанец і выкарыстала халоднае рэліктавае выпраменьванне, якое бярэ пачатак менавіта ў той час і менавіта дзякуючы ўтварэнню атамаў) [77, с.252–253].

Неабходна адзначыць, што выправіць згаданую сумную сітуацыю фізікі спадзяюцца пры дапамозе Вялікага адроннага калайдара, на якім яны плануюць змадэляваць пэўныя эпізоды загадкавай ранняй гісторыі нашага ўніверсуму. Гэта вельмі яскрава паказвае, што касмалогія (вывучэнне гіганцкіх касмічных структур) не можа абысціся без фізікі, што вывучае найменшыя матэрыяльныя ўтварэнні, без фізікі элементарных часціц. (Даследаванне найвялікшага немагчыма без даследавання мікраскапічна малога – хіба не важкі аргумент на карысць дыялектычнай метадалогіі?) Таму паўстае надзея, што прысвечаныя найбольш раннім стадыям пашырэння бачнага ўніверсуму касмалагічныя гіпотэзы не фатальна асуджаны заставацца дзіцячым лепетам.

Дарэчы, у іншым – звязаным з зямной фізікай – сваім аспекце яны ва ўсіх выпадках павінны ўспрымацца ў найвышэйшай ступені сур'ёзна. Да гэтага вымушае іх высокі эўрыстычны патэнцыял: яны нацэльваюць тэарэтычную і эксперыментальную фізіку на дасягненне новых мэт, падштурхоўваюць іх да рашэння новых задач (напрыклад, да стварэння адзінай тэорыі гравітацыйных фізічных узаемадзеянняў, даследавання ўласцівасцей квантавага вакууму ці атрымання свабодных кваркаў). Акрамя таго, выносячы вердыкт згаданым гіпотэзам, не варта забывацца і на тое, што высокая ступень гіпатэтычнасці – гэта прыроджаная хвароба ўсіх касмалагічных пабудов.

Тым не менш у спаборніцтве тэарэтычных праектаў ёсць пераможаны і ёсць пераможцы. Навуковая супольнасць вылучае пэўныя з іх – тыя, што найлепш адпавядаюць дасягнутаму ўзроўню ведаў, надаючы ім парадыгматычны статус. У сучасных умовах ролю парадыгмы выконвае мадэль Вялікага выбуху. Справа ў тым, што ідэя, згодна з якой бачны Сусвет, які ў аддаленым мінулым знаходзіўся ў надзвычай сціслым і распаленым стане, у працэсе пашырэння і ахалоджвання даў пачатак разнастайным матэрыяльным структурам, найлепш стасуецца з вынікамі эмпірычных даследаванняў.

Аднак застаецца шэраг пытанняў, на якія пакуль нельга даць адказу. Вышэй шмат гаварылася пра недзеяздольнасць мадэлі

Вялікага выбуху ў апісанні самых ранніх стадый пашырэння ўніверсуму. Не лепшая сітуацыя мае месца і ў сувязі з пытаннем пра яго будучыню. Справа ў тым, што яно можа быць вырашана толькі на аснове дакладнага вымярэння тых (супрацьлеглых) сіл, што, з аднаго боку, выклікаюць разыходжанне галактык, а з іншага – супрацьдзейнічаюць яму. На дадзены момант здзейсніць такія вымярэнні немагчыма. Таму немагчыма і высветліць, якая са згаданых вышэй (4.3) фрыдманаўскіх мадэляў адпавядае рэчаіснасці. Недасканаласць Стандартнай касмалагічнай мадэлі выяўляецца і ў тым, што шмат якія з яго ўнутраных параметраў вызначаюцца не на аснове яго ўласных прынцыпаў, а на аснове назіранняў. Таму ў навукоўцаў застаецца шырокае поле для далейшых пошукаў, і можна з пэўнасцю сцвярджаць, што яны прынясуць яшчэ шмат цікавых знаходак.

Такім чынам, эвалюцыйная рэлятывісцкая касмалогія сутыкнулася з пытаннем пра пачатак працэсу пашырэння ўніверсуму. У згодзе з ёй дадзены пачатак мусіць мець дзіўны характар: гаворка ідзе не пра яго ўзнікненне ў прасторы і часе, а пра яго ўзнікненне разам з прасторай і часам. Сучасная фізіка пакуль што не ў стане апісаць такі працэс. Таму нестацыянарная рэлятывісцкая касмалогія (мадэль Вялікага выбуху) не магла адразу перамагчы ў барацьбе за прыхільнасць навукоўцаў, шмат хто з якіх шукаў больш слушную гіпотэзу. У працэсе далейшых даследаванняў выявілася, аднак, што яна найлепш стасуецца з вынікамі эмпірычных даследаванняў. Акрамя таго, прадказанае на яе аснове існаванне ў нашым універсуме рэліктавага халоднага выпраменьвання было пацверджана ў 1965 г., што рэзка ўзняло яе навуковы статус. У працэсе далейшых даследаванняў яна ўзбагацілася новымі гіпотэзамі і ідэямі. Так, да ўяўлення пра сціслы і гарачы ўніверсум дадалася ідэя яго інфляцыйнай стадыі. Аднак падобныя тэарэтычныя канструкцыі маюць на дадзены момант надта гіпатэтычны характар. Тым не менш яны выконваюць важную эўрыстычную ролю (і найперш у дачыненні да “зямной” фізікі).

### Пытанні і заданні

1. Прааналізуйце ўзаемадачынненні фізікі і касмалогіі ў кантэксце распрацоўкі і развіцця мадэлі Вялікага выбуху.
2. Прааналізуйце набыткі і недахопы мадэлі Вялікага выбуху. Што, на вашу думку, пераважае?

3. Як вы лічыце, чаму выпадкова ўжыты выраз (“Вялікі выбух”) трывала замацаваўся за Стандартнай мадэллю сучаснай касмалогіі?

4. Падумайце, якім філасофскім плыням і кірункам Стандартная мадэль сучаснай касмалогіі асабліва блізкая.

#### 4.8. Стандартная мадэль у фізіцы элементарных часціц

Як падкрэслена ў папярэднім параграфі, на сучасным этапе развіцця навукі высветлілася, што зразумець глабальную структуру ўніверсуму немагчыма без разумення яго мікраўзроўню. Набыткі фізікі элементарных часціц фігуруюць, такім чынам, адначасова і як набыткі сучаснай касмалогіі.

У параграфі, прысвечаным станаўленню квантавай механікі, было паказана, што сучасная навука выявіла грунтоўную ўзаемасувязь бесперапынных і дыскрэтных характарыстык матэрыі, так што выпраменьванне выяўляе таксама дыскрэтную (квантавую) структуру, а часціцы маюць хвалевыя ўласцівасці. У сувязі з гэтай – “сінтэтычнай” – натурай мікраўзроўню рэчаіснага свету можна сцвярджаць, што пошук і вывучэнне элементарных адзінак матэрыяльных утварэнняў (якія заўжды хвалявалі навукоўцаў) набылі асаблівае значэнне ў абсягу фізічных даследаванняў. Праўда, пасля таго як выявілася ілюзорнасць абсалютнай элементарнасці атама, фізікі вельмі асцярожна абыходзяцца з дадзеным паняццем і вядуць гаворку пра часціцы з выяўленай унутранай структурай і пра такія структурныя адзінкі матэрыі, якія расчляніць на складовыя часткі яшчэ не ўдалося (на дадзены момант элементарныя ва ўласным сэнсе). Таму тэрмін “элементарная часціца” ўжываецца часам як абазначэнне аб’ектаў субатамнага ўзроўню ўвогуле, а не апошніх “цаглінак” светабудовы [46, т.2, с.442], хоць разам з тым у навуковай літаратуры праводзяцца тэрміналагічныя адрозненні ў гэтым плане (паміж фундаментальнымі і элементарнымі часціцамі). Пры гэтым выразна падкрэсліваецца адзначаная крыху вышэй суаднесенасць “элементарнасці” мікрааб’ектаў з актуальным станам даследаванняў [77, с.520].

На канец 20-х гг. XX ст. у фізіцы, з аднаго боку, заставалася дзейнай схема атама “*пратоны, якія ўтвараюць ядро, – электроны, што яго акаляюць*”, а з іншага – прадчувалася яе недастатковасць. Адпаведныя прадчуванні сілкаваліся наяўнасцю

ізатопаў. Акрамя таго, на грунце квантавай тэорыі было зроблена прадказанне, згодна з якім павінны існаваць *антычасціцы* (П. Дзірак). У пачатку 30-х гг. згаданыя прадчуванні і прадказанні спраўдзіліся: на эмпірычным узроўні былі выяўлены *нейтроны* (незараджаныя часціцы з масай, блізкай да масы пратона, якія ўваходзяць у склад атамнага ядра) і *позітроны* (антыэлектроны – амаль ідэнтычныя электронам часціцы, якія адрозніваюцца ад іх, аднак, знакам свайго зараду і выклікаюць пры сутыкненні з імі на высокіх хуткасцях з’яву анігіляцыі). У працэсе далейшага вывучэння працэсаў, што адбываюцца на субатамным узроўні, кола адпаведных аб’ектаў значна пашырылася і ўзнікла патрэба ў іх класіфікацыі.

Дадзеная задача была вырашана ў рамках тэорыі, якая атрымала назву *Стандартнай мадэлі* і была вырацавана ў 60–70-х гг. XX ст. Найгрунтоўнейшы яе прынцып надзвычай просты: вылучаюцца два тыпы элементарных мікрааб’ектаў – часціцы матэрыі і часціцы, што забяспечваюць іх узаемадзеянне (таксама як пры пабудове дома нам патрэбны будаўнічы матэрыял і сродкі, што злучаюць і трымаюць разам яго часткі). Часціцы матэрыі называюцца *ферміёнамі* (хвалевая функцыя, што апісвае іх паводзіны, падпарадкоўваецца статыстыцы Фермі–Дзірака), часціцы, што адказваюць за іх узаемадзеянне, – *базонамі* (паводле адпаведнай ім статыстыкі – статыстыкі Базэ–Эйнштэйна). Адрозненні ў паводзінах ферміёнаў і базонаў вызначаюцца іх *розным спінам, паўцэлым у ферміёнаў і цэлым у базонаў*.

Як вядома, у прыродзе існуюць чатыры тыпы фундаментальных узаемадзеянняў:

- гравітацыйнае (гравітацыя – найслабейшая з дзейных у прыродзе сіл, але далёкасяжная; акрамя таго, вялікія, масіўныя целы могуць мець вельмі значную сілу прыцягнення, здольную перасягнуць іншыя тыпы ўзаемадзеянняў);

- электрамагнітнае (больш моцнае, чым гравітацыйнае, але таксама дзейнае на вялікай прасторавай дыстанцыі; яно мае месца, аднак, толькі пры ўмове наяўнасці ў часціц зараду; калі яны маюць зарад аднолькавага знаку, то назіраецца іх узаемаадштурхоўванне, у адваротным выпадку – узаемапрыцягненне);

- слабое (яно здзяйсняецца на вельмі кароткіх адлегласцях – у маштабах атамнага ядра; яму належыць істотная роля пры

бэта-распадзе ў рамках натуральнай радыёактыўнасці, а таксама ў рэакцыях сінтэзу ядраў у нетрах зорак; яго назва мае адносны характар: яно з’яўляецца слабым толькі ў параўнанні з папярэднім (электрамагнітным) і наступным (моцным) тыпам узаемадзеянняў);

– моцнае (яно таксама здзяйсняецца на вельмі кароткіх адлегласцях – на ўзроўні ядра і яго складовых частак; у паўсядзённым жыцці яно, як і слабое ўзаемадзеянне, ніяк не выяўляецца) [43, с.104].

Стандартная мадэль апісвае тры апошнія тыпы грунтоўных фізічных узаемадзеянняў. Зрэшты, сілы гравітацыі ў мікрасвеце, у свеце мікрачасцінак зусім слабыя: яны ў шмат мільярдаў разоў меншыя, чым, напрыклад, сілы электрамагнітнага ўзаемадзеяння. Тым не менш фізікі спрабавалі ўключыць і іх у рамкі Стандартнай мадэлі. Згаданыя спробы, аднак, не прынеслі здавальняючых вынікаў.

Стандартная мадэль належыць да квантавых тэорый поля. Яе аб’ектамі з’яўляюцца палі, змяненне якіх мае дыскрэтны характар, палі, асацыяваныя з часціцамі. Першая тэорыя такога тыпу (квантавая электрадынаміка) была распрацавана ў 40-х гг. Яна апісвала электрамагнітныя ўзаемадзеянні. Часціцамі (базонамі), што забяспечваюць іх, з’яўляюцца фатоны. Фатоны разглядаюцца ў квантавай электрадынаміцы як дыскрэтныя складовыя часткі электрамагнітнага поля, праз абмен якімі часціцы матэрыі ўзаемадзейнічаюць паміж сабой. Эмісія фатона ўплывае на паводзіны часціцы, што выпраменьвае яго. Абсарбаваны іншай часціцай, ён таксама змяняе яе стан. Дадзеная тэорыя і выступіла як узор для іншых квантавых тэорый поля [43, с.104–105].

У 1967 г. была прапанавана (сінтэтычная) тэарэтычная схема, у рамках якой былі аб’яднаны электрамагнітнае і слабое ўзаемадзеянні: яны разглядаюцца як праявы адной электраслабой сілы (Ш. Глэшоў, С. Вайнберг і А. Салам (1926–1996)). На яе аснове было прадказана існаванне *базонаў*, што забяспечваюць слабое ўзаемадзеянне –  $W^+$ ,  $W^-$  і  $Z^0$ . Дадзенае прадказанне знайшло сваё эмпірычнае пацвярджэнне ў 1983 г. Тэорыя электраслабой сілы належыць да асноў Стандартнай мадэлі, таксама як і *квантавая хромадынаміка*, якая апісвае моцнае ўзаемадзеянне. Базонамі, што забяспечваюць яго, з’яўляюцца *глюёны* (ад анг. glue – клей, склейваць).

Моцнае ўзаемадзеянне звязвае паміж сабой пратоны і нейтроны ў ядрах атамаў. Акрамя таго, у 1964 г. была прапанавана гіпотэза (М. Гел-Ман, Д. Цвейг), згодна з якой пратоны і нейтроны маюць складаны характар: іх утвараюць часціцы, якія былі названы *кваркамі* і якія маюць досыць экзатычныя ўласцівасці. Па-першае, з павелічэннем адлегласці паміж імі сілы іх узаемнага прыцягнення (праз абмен глюёнамі) павялічваюцца. Таму іх не ўдаецца “выбіць” з пратонаў і нейтронаў. Па-другое, ім уласцівы дробны электрычны зарад ( $+2/3$  або  $-1/3$ ). Акрамя таго, яны маюць такую характарыстыку, як колер. Са звычайным, бачным колерам яна не мае амаль нічога агульнага. Падставай для такой аналогіі з’яўляецца яе трохаспектнасць – у падабенстве з тым, што асноўных колераў таксама тры. У гэтым дачыненні існуюць тры тыпы кваркаў – чырвоны, зялёны і блакітны (як, зрэшты, і тры адпаведныя тыпы антыкваркаў). Спалучэнне кваркаў і антыкваркаў дае ў выніку “бясколernes”, але ў найвышэйшай ступені нестабільныя часціцы – *мезоны*. А вось спалучэнне трох тыпаў кваркаў у адзінае цэлае прыводзіць да ўзнікнення стабільных “белых” часцінак – пратонаў і нейтронаў.

Дадзеная канструкцыя застаецца гіпатэтычнай, бо кваркі ў свабодным стане пакуль што не былі атрыманы. Як згадвалася вышэй, пры ўсялякай спробе аддаліць іх адзін ад аднаго сілы іх узаемапрыцягнення ўзмацняюцца. У рамках Стандартнай касмалагічнай мадэлі, аднак, даводзіцца, што на ранніх этапах пашырэння Сусвету (калі тэмпература перавышала  $10^{12}$  градусаў) яны былі свабоднымі [18, с.75]. Таму іх “вызваленне” было б важкім аргументам і на карысць Стандартнай мадэлі элементарных часціц, і Стандартнай касмалагічнай мадэлі. (Спадзяванні фізікаў і ў гэтым выпадку звязаны з Вялікім адронным калайдарам.)

Неабходна адзначыць, што ў рамках Стандартнай мадэлі было зроблена прадказанне, якое паставіла на карту яе лёс. Згодна з гэтым прадказаннем павінны існаваць часціцы, спіны якіх роўны нулю (гэта значыць яны з’яўляюцца базонамі) – і таму звязанае з імі поле не мае прывілеяванага кірунку, гэта значыць з’яўляецца скалярным. Яны былі названы *базонамі Хігса* (у гонар брытанскага фізіка П.Хігса, які належыць да кола пачынальнікаў гэтай ідэі). Згаданае поле напаўняе сабой універсум, і дзякуючы сувязі з ім іншыя часціцы набываюць

масу (яно выступае як своеасаблівая перашкода для іх руху, гэта значыць выклікае эфекты, ідэнтычныя тым, што выклікаюцца ўласцівасцю інертнасці).

Працяглы час фізікі не маглі здзейсніць эксперыментальную праверку згаданага прадказання. Улетку 2012 г., аднак, з'явіліся паведамленні, што 4 ліпеня гэтага года падчас даследаванняў на Вялікім адронным калайдары *базоны Хігса былі нарэшце выяўлены* [31]. Гэта сапраўдны трыумф Стандартнай мадэлі (і сучаснай навукі ўвогуле). Тым не менш у ёй застаецца яшчэ шмат недахопаў і праблем. Нават у дачыненні да базонаў і поля Хігса патрэбна яшчэ высветліць, чаму розныя часціцы па-рознаму звязваюцца з ім і атрымліваюць, такім чынам, розную масу. Як і ў выпадку Стандартнай касмалагічнай мадэлі, у яе рамках шэраг параметраў вызначаецца не на аснове ўнутраных прынцыпаў, а ўводзіцца на аснове эмпірычных абгульненняў. І, натуральна, праблема ўключэння гравітацыі ва ўсеагульную схему застаецца, як і раней, нявырашанай і актуальнай.

Такім чынам, у сучаснай навуцы вывучэнню мікрачасціц надаецца найгрунтоўнейшае значэнне. У выніку згаданага вывучэння створана тэорыя, што апісвае адпаведны ўзровень рэчаіснасці, – Стандартная мадэль. Стандартная мадэль уяўляе сабой квантавую тэорыю поля: часціцы разглядаюцца ў ёй як асацыяваныя з палямі. Паводле велічыні ўласцівага ім спіна яны падзяляюцца на ферміёны і бозоны. Грунтоўныя фізічныя ўзаемадзеянні (прынамсі, тры з іх – электрамагнітнае, слабое і моцнае) здзяйсняюцца праз абмен базонамі, што адбываецца паміж ферміёнамі. На аснове Стандартнай мадэлі былі зроблены прадказанні, якія паспяхова вытрымалі эмпірычную праверку: у 1983 г. былі выяўлены бозоны, што паводле яе прадказання забяспечваюць слабое ўзаемадзеянне (базоны  $W^+$ ,  $W^-$  і  $Z^0$ ), а ў 2012 г. – бозоны Хігса (адказныя згодна з яе прадказаннем за наяўнасць у элементарных часціц масы).

### Пытанні і заданні

1. Падумайце, чаму тэорыі, пра якія ідзе гаворка ў двух апошніх параграфрах, характарызуюцца як Стандартныя мадэлі?

2. У тэксце даводзіцца пра класіфікацыю часціц на аснове іх спіна. Яна мае дыхатамічны характар: згодна з ёй існуюць два тыпы згаданых мікрааб'ектаў. Гэта ферміёны, якія маюць

паўцэлы спін (напрыклад, кваркі, электроны), і базоны, у якіх ён перадаецца цэлым лікам (напрыклад, фатоны). Якія высновы, на вашу думку, можна зрабіць на аснове гэтага факта?

3. Як вы лічыце, наколькі правамерна падзяляць мікрачасціцы на элементарныя і фундаментальныя (найпрасцейшыя і структураваныя)?

4. Паспрабуйце прапанаваць іншую, чым згаданыя ў папярэдніх пытаннях, падставу для класіфікацыі элементарных часціц (у выкананні дадзенага задання можа дапамагчы слоўнік асноўных паняццяў).

#### 4.9. Прынцыпы сіметрыі і захавання ў сучаснай фізіцы

Тэрмін “сіметрыя” зведаў у кантэксце гістарычнага развіцця навукі пэўныя метамарфозы – і ў семантычным плане, і з пункту погляду сферы свайго ўжывання. Ён узнік у антычнай культуры і азначаў спачатку сувымернасць. Неўзабаве ён набыў больш агульнае і глыбокае значэнне: наяўнасць сіметрыі канстатавалася ўжо ў тым выпадку, калі адпаведны аб’ект уяўляў сабой гарманічнае цэлае, пагрунтаванае на дачыненнях прапарцыянальнасці паміж яго часткамі. Такое значэнне надоўга замацавалася за дадзеным тэрмінам. У XVII ст., аднак, у яго ўжыванні зноў адбыліся кардынальныя змены: матэматыкі пачалі вытлумачаць сіметрыю як роўнасць паміж супрацьлеглымі (напрыклад, правай і левай) часткамі геаметрычных фігур. Відавочна, што аднолькакасць гэтых частак дазваляе мяняць іх месцамі без якіх-небудзь наступстваў для цэлага. Гэта азначае, што цэлае, геаметрычная фігура, выступае як *інварыянт* у дачыненні да пэўных матэматычных аперацый з яго элементамі. На гэтым грунце фактычна і паўстала сучаснае навуковае разуменне сіметрыі. Самым істотным чынам яго ўзнікненню паспрыяла таксама распрацоўка *алгебраічнай тэорыі груп*, якая дала навукоўцам эфектыўныя матэматычныя сродкі для тэарэтычнага апісання тых феноменаў, што разглядаюцца імі пад знакам і ў кантэксце згаданага разумення. Згодна з ім сіметрыя – гэта інварыянтнасць пры трансфармацыях, звязаных з пэўнай групай [23]. (Група – гэта непустое мноства з вызначанай на ім аперацыяй, якая аб’ядноўвае любыя два з яго элементаў, так што атрымліваецца трэці элемент.)

Неабходна адзначыць, што пачынаючы ад Антычнасці і да XIX ст. паняцце сіметрыі ўжывалася галоўным чынам у сферы

эстэтыкі і матэматыкі. З сярэдзіны XIX ст., дзякуючы вывучэнню крышталёў і з’явы палярызацыі святла, яно патрапляе ў абсяг фізічных даследаванняў, хоць ідэя інварыянтнасці грунтоўных механічных законаў пры пераходзе ад адной інерцыяльнай сістэмы адліку да другой (гэта значыць ідэя сіметрыі) заняла істотнае месца ўжо ў класічнай механіцы (гэта значыць ужо ў XVII ст.). У рэлятывісцкай фізіцы, у ператварэннях Лорэнца, згаданая ідэя была ўвогуле абагульнена на фізічныя законы. Дадзены момант надзвычай важны для самой магчымасці навукі як пэўнай разнавіднасці пазнавальнай дзейнасці: інварыянтнасць законаў прыроды пры перамяшчэнні ў прасторы і часе дазваляе паўтарэнне эксперыментаў у розных месцах і ў розны час, без чаго інтэрсуб’ектыўны навуковы дыскурс здзяйсняцца не можа [80, с.166].

У дачыненні да фізічных сістэм *сіметрыю можна вызначыць як іх уласцівасць не адрознівацца ад свайго першапачатковага стану пры пэўных пераўтварэннях*. На сёння дадзенае паняцце знаходзіцца ў цэнтры ўвагі фізікаў. Менавіта з ім звязваюцца спадзяванні навуковай супольнасці стварыць адзіную тэорыю грунтоўных фізічных узаемадзеянняў і зразумець працэс пашырэння нашага ўніверсуму, пачынаючы з самых ранніх яго этапаў. Пры гэтым важна адзначыць, што ў сучаснай фізіцы сіметрыя разглядаецца ў цеснай узаемасувязі з асіметрыяй і згаданы разгляд спалучаецца з аналізам іх суадносін з парадкам і беспарадам. Хоць на інтуітыўным узроўні і падаецца відавочным, што сіметрыя звязана з упарадкаванымі структурамі, а асіметрыя хутчэй з хаатычнымі станами матэрыі, гэта не заўжды так. Фактычна арганізацыя Сусвету і яго падсістэм адбываецца на аснове ўзаемадзеяння дадзеных фактараў, і нярэдка працэсы ўпарадкавання таго ці іншага сегмента рэчаіснасці выклікае менавіта асіметрыя.

Істотнае значэнне маюць у дадзенай сувязі тыя выпадкі, калі асіметрыя выяўляецца ў форме *спантаннага парушэння сіметрыі*. Магчыма, нават наш Сусвет узнік менавіта такім чынам – са спантаннага парушэння сіметрыі квантавага вакууму. Калі прывесці больш “рэалістычны” прыклад, дык можна ўзгадаць працэс узнікнення крышталёў. Цвёрдыя целы больш упарадкаваныя, чым вадкасці, але менш сіметрычныя: яны маюць прывілеяваныя напрамкі і пункты ў сваёй структуры, у той час як вадкасці з’яўляюцца ізатропнымі і аднароднымі.

Феномен сіметрыі цесна звязаны з *законамі захавання*, якія фіксуюць нязменнасць пэўнай велічыні ў закрытых сістэмах з цягам часу. Разглядаючы праблемы класічнай фізікі, мы маглі пераканацца ў тым, што згаданым законам належыць істотнае месца ў яе абсягу. Сувязь паміж імі і сіметрычнымі трансфармацыямі фізічных сістэм (трансфармацыямі, што не змяняюць іх паводзіны) была выяўлена ў тэарэме, упершыню даказанай (яшчэ ў другім дзесяцігоддзі XX ст.) нямецкай жанчынай-матэматыкам Э. Нётэр (1882–1935). Згодна з гэтай тэарэмай *кожнаму віду такіх трансфармацый (кожнаму віду сіметрыі) адпавядае закон захавання пэўнай велічыні*. Так, захаванне энергіі вынікае з інварыянтнасці ператварэнняў у часе (з якой звязана яго аднароднасць: выбар першапачатковага моманту не мае значэння), захаванне імпульсу – з інварыянтнасці ператварэнняў у прастору (што сведчыць пра яе гамагенны характар, гэта значыць пра магчымасць адвольнага выбару пачатковага пункта). З нязменнасцю паводзін фізічнай сістэмы ў працэсе вярчэння (якая сведчыць пра ізатрапію прасторы: усе кірункі ў ёй раўнапраўныя) звязана захаванне арбітальнага імпульсу (моманту імпульсу).

Надзвычай важнае значэнне ў кантэксце развіцця сучаснай фізікі мела выяўленне ўзаемасувязі паміж законам захавання *электрычнага зараду і адвольнасцю фазы хвалевай функцыі*. Як вядома, хвалевая функцыя апісвае стан мікрасасціцы (напрыклад, электрона), і пэўнае яе значэнне можна падаць у выглядзе вектара на плоскасці. Яго арыентацыя і была названа фазай. Тэарэтычная канструкцыя, што апісвае рух і ўзаемадзеянне электрона з электрамагнітным выпраменьваннем (тэорыя такога кшталту была прапанавана, як указвалася вышэй, П. Дзіракам), не мяняецца пры ідэнтычнай мадыфікацыі фазы ва ўсіх пунктах прасторы-часу (гэта значыць пры аднолькавым змяненні арыентацыі згаданага вектара на плоскасці). На інтуітыўным узроўні падаецца ясным, што ў выпадку незалежных адна ад адной яе мадыфікацый у розных прасторава-часавых пунктах сіметрыя тэорыі мусіць парушыцца. Аднак нямецкі філосаф, фізік і матэматык Г. Вейль (1885–1955) выказаў ідэю, што пры ўвядзенні дадатковага поля, надзеленага ўласцівасцю кампенсаваць (калібраваць) згаданае парушэнне, адпаведную сіметрыю можна выратаваць. Калі гаворка ідзе пра тэорыю, што апісвае ўзаемадзеянне электрона з электрамагнітным вы-

праменьваннем, то такую “калібравальную” ролю выконвае электрамагнітнае поле. У іншых выпадках функцыю аднаўлення інварыянтнасці пры адвольных трансфармацыях (лакальнай сіметрыі) павінны ўзяць на сябе іншыя віды палёў.

Той момант, што ідэя *лакальнай калібравальнай сіметрыі* мае грунтоўны эўрыстычны патэнцыял, надзвычай яскрава выявіўся ў другой палове XX ст. Ёй належала істотнае месца ў кантэксте распрацоўкі разгледжанай вышэй Стандартнай мадэлі элементарных часціц, у якой палі, праз якія здзяйсняюцца фундаментальныя фізічныя ўзаемадзеянні, якраз і выконваюць функцыю забеспячэння лакальнай калібравальнай сіметрыі. Зрэшты, моманту асіметрыі ў ёй таксама аддаецца належнае. Тая акалічнасць, што моцныя і слабыя ўзаемадзеянні здзяйсняюцца на вельмі кароткіх адлегласцях у адрозненне ад электрамагнітных, для якіх характэрны адвольны, неабмежаваны дыяпазон дзеяння, тлумачыцца спантанным парушэннем пачатковага сіметрычнага стану рэчаў, калі ўсе калібравальныя палі спалучаліся з базонамі, маса якіх была роўная нулю, і таму маглі распаўсюджвацца на адвольна вялікую адлегласць [18, с.96–97].

Як адзначалася ў пачатку параграфа, фізікі спадзяюцца стварыць пры дапамозе прынцыпу сіметрыі (дакладней, суперсіметрыі) адзіную тэорыю грунтоўных фізічных узаемадзеянняў. *Суперсіметрыя* азначае ў дадзеным выпадку, што базоны і ферміёны, “гэта значыць сіла і матэрыя з’яўляюцца двума бакамі аднаго медаля” [43, с.115]. У сувязі з гэтым кожная з вядомых нам часціц павінна мець адпаведніка, які належыць да супрацьлеглай групы (электрону, напрыклад, які з’яўляецца ферміёнам, павінен адпавядаць селектрон, які належыць да базонаў). Такое падваенне зрабіла б магчымым пераадоленне істотных праблем матэматычнага парадку, што паўсталі на шляху стварэння Вялікай аб’яднальнай тэорыі. На жаль, аднак, на сучасным этапе развіцця навукі праверка адпаведных (унутрана досыць звязных) тэарэтычных пабудов выглядае праблематычнай (на той падставе, напрыклад, што партнёры вядомых нам часціц павінны быць надта масіўнымі – маса часціцы, што адпавядае пратону, мусіць перавышаць яго масу ў тысячу разоў, калі не болей, што істотным чынам абцяжарвае іх выяўленне [43, с.115]). Зрэшты, і іх унутраная кагерэнтнасць зусім не азначае, што ў сувязі з імі не ўзнікаюць сур’ёзныя

тэарэтычныя пытанні (напрыклад, у дачыненні да сутнасці тых парушэнняў (супер)сіметрыі, што прывялі да стану рэчаў, які мы назіраем зараз) [77, с.530].

Такім чынам, тэрмін “сіметрыя” эвалюцыянаваў у навукавай культуры – і ў семантычным плане, і з пункту погляду сферы свайго ўжывання. У выніку згаданай эвалюцыі грунтоўнае значэнне ў яго разуменні набыў момант інварыянтнасці сістэмы пры пэўных пераўтварэннях. У сучаснай яго інтэрпрэтацыі дадзены момант заняў цэнтральнае месца. Першапачаткова пераважнымі сферамі ўжывання дадзенага тэрміна былі матэматыка і эстэтыка. У Новы час, аднак, ён увайшоў у слоўнік фізікаў, а адпаведная праблематыка – у абсяг фізічных даследаванняў. У сучаснай фізіцы дадзенай праблематыцы надаецца вялікае значэнне. Пры гэтым сіметрыя разглядаецца ў цеснай узаемасувязі з асіметрыяй і згаданы разгляд спалучаецца з аналізам іх суадносін з парадкам і беспарадам. Дадзеныя суадносіны маюць досыць неадназначны характар: сіметрыя не заўжды звязана з упарадкаванымі структурамі, а асіметрыя – найперш з хаатычнымі. Фактычна, арганізацыя Сусвету і яго падсістэм адбываецца на аснове ўзаемадзеяння дадзеных фактараў. Асіметрыя істотным чынам спрыяе ёй, і грунтоўнае значэнне ў гэтым плане мае феномен спантаннага парушэння сіметрыі. Розныя віды сіметрычных пераўтварэнняў звязаны з пэўнымі законамі захавання (сіметрыя адносна пераўтварэнняў у часе, напрыклад, – з законам захавання энергіі). У другой палове ХХ ст. асаблівае значэнне набыла ідэя лакальнай калібравальнай сіметрыі, якая характарызуе інварыянтнасць паводзін фізічнай сістэмы пры адвольных пераўтварэннях у прастору і часе. Ёй належала грунтоўная роля ў працэсе распрацоўкі сучаснай тэорыі элементарных часціц (Стандартнай мадэлі). На дадзены момант прынцыпы сіметрыі і захавання працягваюць выконваць істотную эўрыстычную функцыю ў фізічным пазнанні.

### Пытанні і заданні

1. Паспрабуйце разгледзець апісаныя ў тэксце параграфа метамарфозы ў разуменні і ўжыванні тэрміна “сіметрыя” ў кантэксце развіцця навукавай культуры і ў агульнакультурным кантэксце. Ці выглядаюць яны ў вашых вачах заканамернымі? Чаму?

2. Якія высновы філасофскага парадку вы зрабілі б з таго, што і сіметрыя, і асіметрыя задзейнічаны ў арганізацыі Сусвету і яго падсістэм?

3. Пастарайцеся ўзгадаць, што і ў якой сувязі даводзілася пра законы захавання ў параграфрах, прысвечаных класічнай механіцы і класічнай тэрмадынаміцы.

4. Як падкрэслівалася вышэй, І.Кант лічыў законы і прынцыпы адпачаткова, да ўсякага вопыту наяўнымі ў нашым розуме і бачыў іх прызначэнне ва ўпарадкаванні разнастайнага эмпірычнага матэрыялу. Прааналізуйце ў гэтым кантэксце прынцыпы захавання і сіметрыі. Ці не з'яўляюцца яны досыць яскравым сведчаннем правамернасці кантаўскай пазіцыі?

5. Паспрабуйце прааналізаваць прынцыпы захавання і сіметрыі ў эстэтычным кантэксце, у кантэксце эстэтычных асноў сучаснага прыродазнаўства.

#### 4.10. Праблема грунтоўных сусветных канстант

Сусвет уражвае сваёй веліччу і прыгажосцю, багаццем фарбаў і формаў, разнастайнасцю структур (прыгадаем Кантава “зорнае неба нада мной”!) Арганізаванасць, структураванасць характарызуе яго на ўсіх узроўнях – ад пратонаў і нейтронаў, утвораных, магчыма, праз узаемадзеянні кваркаў, да гіганцкіх касмічных структур, найвялікшай з якіх на нашым чалавечым даляглядзе з'яўляецца бачны ўніверсум, які пашыраецца. У пэўным яго сегменце (можа быць, нават не ў адным) паўсталі звышскладаныя – актыўныя і аўтаномныя – макраструктуры, на вяршыні якіх – здольныя да рэфлексіі над найглыбейшымі пытаннямі быцця істоты.

Сучасная навука сведчыць, аднак, што наш Сусвет мог бы быць зусім іншым (нават шэрым і аднастайным). Справа ў тым, што яго ўласцівасці (памеры і энергетычныя ўзроўні атамаў, маса і працягласць існавання зорак, характарыстыкі жывых істот і г.д.) абумоўлены шэрагам *фізічных канстант* (і таму да іх правамерна дадаюцца эпітэты “грунтоўныя” і “сусветныя”). Адметнасцю гэтых канстант з'яўляецца іх незалежнасць ад адзінак вымярэння: яны аднолькавыя ва ўсіх сістэмах такіх адзінак [18, с.71–72]. У якасці прыкладаў найважнейшых з іх можна прывесці суадносіны хуткасці электрона ў найменшым энергетычным стане ў атаме вадароду і хуткасці святла (гэта

канстанта тонкай структуры; яна роўная  $1/137$ ); суадносіны масы электрона і масы пратона, якія складаюць прыкладна  $1/1836$ ; суадносіны сілы гравітацыйнага і сілы электрамагнітнага ўзаемадзеяння паміж электронам і пратонам, лікавае значэнне якіх вельмі і вельмі малое –  $10^{-39}$  [18, с.71–72].

У дадзенай сувязі паўстае шэраг надзвычай важных пытанняў, на якія сучасная фізіка дае толькі ў найвышэйшай ступені гіпатэтычныя адказы. Хоць згаданыя канстанты ўводзяцца ў ёй найчасцей як адвольныя велічыні, навукоўцы тым не менш засяроджана шукаюць, ці не існуе прынцып, які задае іх. І калі так, дык што ён уяўляе сабой? Акрамя таго, чаму значэнні грунтоўных канстант зададзены менавіта такім чынам, што дапускаюць узнікненне жыцця? І ці здольна навука ўвогуле справіцца з гэтай “тонкай наладкай” універсуму (дастаткова нязначнага іх змянення, каб зрабіць жыццё немагчымым) пры дапамозе сваіх уласных, рацыянальных сродкаў, не клічучы на дапамогу рэлігію? [43, с.144].

Трэба адзначыць, што ў сучаснай фізіцы рабіліся спробы адказаць на некаторыя са згаданых пытанняў на аснове грунтоўных тэарэтычных абагульненняў. Так, у 1919 г. нямецкі матэматык і фізік Т.Калуца (1885–1954) прапанаваў тэорыю, што грунтавалася на ўяўленні пра 5-мерную прастору-час. У яе рамках першая і трэцяя са згаданых вышэй канстант былі вытлумачаны як зададзеныя палямі, што змяняюцца ў прасторы-часе. Такім чынам, яны знайшлі ў ёй тэарэтычнае абгрунтаванне, згубіўшы разам з тым статус канстантных велічынь [18, с.72].

Да падобных вынікаў прывяла і *тэорыя струн*: у ёй не змяшчаецца ніякіх грунтоўных, незалежных ад адзінак вымярэння канстант, усе адпаведныя велічыні вызначаюцца зменлівымі ў прасторы-часе палямі, звязанымі з гравітацыйным полем (якім задаецца ўсеагульная геаметрыя прасторы-часу). Асновай гэтай тэарэтычнай канструкцыі з’яўляецца абагульненае ўяўленне пра элементарную часціцу: яна падаецца тут у выглядзе выцягнутага ў адным вымярэнні аб’екта (“струны”), які, вібруючы, распаўсюджваецца ў прасторы. Дадзенае ўяўленне было прапанавана ўпершыню ў канцы 60-х гг. XX ст. для апісання пэўных з’яў, што маюць месца пры сутыкненні пратонаў і іншых часціц, якім уласціва моцнае ўзаемадзеянне [77, с.528]. Трэба адзначыць, што і ў гэтай тэорыі, у якой

пэўныя мікрачасціцы і іх масы знаходзяцца ў адпаведнасці з пэўнымі тыпамі вібрацыйнага руху згаданых аб'ектаў, узнікае неабходнасць увядзення дадатковых (скрытых, згорнутых, магчыма, да ўзроўню  $10^{-33}$  см) вымярэнняў прасторы-часу (іх лік мусіць быць даведзены да 10 ці нават 26) [77, с.528]. Акрамя таго, у ёй не даецца адказ на пытанне, чаму характэрныя для нашага Сусвету фізічныя велічыні атрымалі менавіта такое значэнне, а не іншае: у сучаснай яе версіі (*тэорыі суперструн*)<sup>101</sup> паўстае безліч адпаведных магчымасцей [18, с.73].

У рамках іншага тэарэтычнага падыходу множнасць, вырыятыўнасць магчымага ўладкавання рэчаіснасці (множнасць магчымых універсумаў) робіцца зыходным пунктам для пошукаў адказу на пастаўленыя вышэй пытанні. Сярод прыхільнікаў дадзенай канцэпцыі адзначым С. Хокінга. Фізічнай падставай адпаведных яго даследаванняў з'яўляецца М-тэорыя<sup>102</sup>. Акрамя таго, ім быў задзейнічаны ў дадзеным кантэксце антропны прынцып.

Што да М-тэорыі, “дык яна не з'яўляецца тэорыяй у звычайным сэнсе. Яна складаецца з цэлай сукупнасці розных тэорый, кожная з якіх дае добрае апісанне пэўнай часткі фізічных сітуацый” [43, с.13]. (Такім чынам, С.Хокінг скептычна ставіцца да магчымасці стварыць адзіную грунтоўную фізічную тэорыю, тэорыю ўсяго. Толькі сістэма розных тэарэтычных пабудов можа фігураваць у такой якасці.) Згодна з *антропным прынцыпам* (у выразнай форме прапанаваным упершыню ў 1973 г. англійскім астраномам Б. Картэрам), “сам факт нашага існавання вызначае, адкуль і ў які час мы можам назіраць універсум. Гэта азначае, што наша наяўнасць абмяжоўвае магчымыя прыкметы асяроддзя, у якім мы знаходзімся” [43, с.152]. У такой фармулёўцы згаданы прынцып выступае як *слабы*. Паводле *моцнай* яго версіі ў інтэрпрэтацыі С. Хокінга і яго аднадумцаў “факт нашага існавання задае абмежаванні не толькі для нашага асяроддзя, але і для формаў ды зместу законаў прыроды” [43, с.152].

Дзякуючы таму, што М-тэорыя дапускае існаванне розных універсумаў, яна дазваляе рацыянальна растлумачыць суб-

<sup>101</sup>Прыстаўка *супер* у назве дадзенай тэорыі абумоўлена тым, што абавіраецца на разгледжанае ў папярэднім параграфі ўяўленне пра суперсіметрыю.

<sup>102</sup>Стваральнікі М-тэорыі не патлумачылі, што хаваецца за літарай “М” у яе назве, і дадзенае пытанне застаецца на сёння прадметам спекуляцый навукоўцаў [43, с.120].

тыльную прыдатнасць бачнага Сусвету да ўзнікнення складаных структур, жыцця і ў канчатковым выніку разумных істот. С. Хокінг і Л. Млодзінаў пішуць у дадзенай сувязі: “Як значэнне абумоўленых уласцівасцямі асяроддзя выпадковасцей на ўзроўні Сонечнай сістэмы абмяжоўваецца нашымі ведамі пра тое, што існуюць мільярды такіх сістэм, гэтак і тонкія наладкі прыродных законаў растлумачваюцца існаваннем шматлікіх універсумаў” [43, с.163]. Сапраўды, няма нічога дзіўнага ў тым, што ў мностве спроб прырода стварыла і такія складаны, багаты на формы і фарбы Сусвет, як наш. На жаль, праўда, ні антропны прынцып, ні канцэпцыя мультысусвету не з’яўляюцца на сёння бясспрэчнымі набыткамі навукі.

*Такім чынам, уласцівасці нашага Сусвету абумоўлены шэрагам грунтоўных фізічных канстант. Сучасная навuka можа даць толькі ў найвышэйшай ступені гіпатэтычныя адказы на пытанні пра тое, чым тлумачацца іх лікавыя значэнні і чаму гэтыя значэнні зададзены так, што дапускаюць узнікненне складаных структур і ў канчатковым выніку разумага жыцця. У пэўных тэарэтычных праектах яны разглядаюцца як вызначаныя зменлівымі ў прасторы-часе палямі, губляючы пры гэтым, аднак, статус канстант. Звязаная з падобным падыходам варыятыўнасць магчымага ўладкавання фізічнай рэчаіснасці можа фігураваць як аснова для адказу на прыведзеныя вышэй пытанні. Гэта мае месца ў рамках М-тэорыі, якая дапускае існаванне мноства розных універсумаў. Таму яна дазваляе рацыянальна растлумачыць “тонкую наладку” нашага ўніверсуму на ўзнікненне ў ім жыцця, бо натуральна, што ў мностве спроб прырода стварыла і такія складаны, багаты на формы і фарбы Сусвет, як наш. Істотнае месца ў адпаведных тэарэтычных пабудовах займае таксама антропны прынцып, які (таксама як і ўяўленне пра мультысусвет) мае на сёння ў найвышэйшай ступені дыскусійны характар.*

### Пытанні і заданні

1. Разгляд праблемы грунтоўных сусветных канстант з неабходнасцю выходзіць на ўзровень фундаментальных светапоглядных пытанняў. Прааналізуйце магчымыя светапоглядныя інтэрпрэтацыі таго факта, што іх значэнні зададзены ў межах невялікага дыяпазону, у якім яны робяць магчымым узнікненне ў нашым Сусвеце жыцця. Якой з іх вы аддаеце перавагу? Чаму?

2. Як суадносяцца паміж сабой антропны і згаданы вышэй (гл. 1.3.2) каперніканскі прынцып?

3. Наколькі слушнай і прадуктыўнай у навуковых адносінах падаецца вам ідэя мультысусвету? Адказ абгрунтуйце.

4. У тэксце параграфа даводзіцца пра скептычнае стаўленне С. Хокінга і Л. Млодзінава да магчымасці стварэння адзінай вялікай фізічнай тэорыі. Прааналізуйце гэты факт. Ці не з'яўляецца згаданая пазіцыя шкоднай у тым плане, што вядзе да знікнення з далягляду навукоўцаў надзвычай складанай і надзвычай цікавай праблемы?

#### **4.11. Праблема існасці жыцця ў сучаснай філасофіі і навуцы**

Як падкрэслена вышэй (1.3.4), сучасныя біёлагі нячаста звяртаюцца да праблематыкі жыцця як такога. Яны аддаюць перавагу спецыяльным пытанням, апраўдваючы гэта агульнай тэндэнцыяй сучаснай навукі засяроджвацца на канкрэтных і спецыяльных праблемах<sup>103</sup>. У некаторых выпадках, аднак, згаданай праблематыцы надаецца належная ўвага і атрымліваюцца цікавыя тэарэтычныя вынікі. Ж. Манод, напрыклад, лічыць, што спецыфіка жывога выяўляецца найперш у трох характарыстыках: *тэлеанаміі* (жывыя істоты надзелены праектам, які яны рэпрэзентуюць у сваёй структуры і які здзяйсняецца ва ўсіх праявах іх жыцця) [64, с.22], *аўтаномным марфагенезе* (жывыя істоты набываюць сваю форму і ўвогуле, і ў дэталях праз дзеянне ўнутраных фактараў) [64, с.24], *інварыянтным узнаўленні* (здольнасці рэпрадуктаваць і перадаваць інфармацыю, адпаведную ўласнай структуры) [64, с.25]. (Варта зазначыць, што такія характарыстыкі, як аўтаномны марфагенез і інварыянтнае ўзнаўленне, наяўныя таксама ў крышталёў. Праўда, колькасць і складанасць інфармацыі, якая ўспрымаецца, увасабляецца і перадаецца на іх узроўні на шмат парадкаў ніжэй, чым у жывых істот. Тым не менш, калі б разгляд праблемы абмяжоўваўся толькі гэтымі момантамі, крышталі неабходна было б уключыць у сферу жывога.)

<sup>103</sup> Сучасны французскі біёлаг, лаўрэат Нобелеўскай прэміі Ф. Жакоб піша ў дадзенай сувязі, што пачатак сучаснай навукі датуецца момантам, калі ўсеагульныя пытанні былі адсунуты на задні план пытаннямі, абмежаванымі ў сваім змесце і значэнні. І калі, працягвае ён, на ўсеагульныя пытанні даваліся не інакш як абмежаваныя адказы, дык “абмежаваныя” пытанні атрымліваюць усё больш агульныя адказы [76, с.35].

У працэсе далейшага аналізу Ж. Манод даводзіць пра глыбокую ўзаемасувязь згаданых характарыстык. Сутнасць праекта, які здзяйсняецца на ўзроўні жывых істот, вызначаецца той інфармацыяй, якая рэпрадуктуецца і трансліуецца імі. Гаворка ідзе пра інварыянтную інфармацыю, уласцівую віду, да якога належыць тая ці іншая істота. Мэтай яе структур, здзяйсненняў, усіх яе дзеянняў з'яўляецца, такім чынам, падтрыманне пэўнага, характэрнага для дадзенага віду ўзроўню арганізацыі, упарадкаванасці, зафіксаванага ў згаданай інфармацыі (якую ў сувязі з гэтым навуковец называе тэлеанамічнай) [64, с.26–27]. Тэлеанамічная інфармацыя, у сваю чаргу, не выяўляецца інакш, як праз аўтаномны марфагенез [64, с.28].

Наяўнасць грунтоўнай сувязі паміж згаданымі характарыстыкамі жывога, падкрэслівае Ж. Манод, не дае падстаў для іх змешвання, для адмаўлення і ігнаравання адрозненняў паміж імі. Аўтаномны марфагенез з'яўляецца не столькі характэрнай рысай жывога, колькі механізмам яго ўзнікнення, які дзейнічае і на ўзроўні структур, што забяспечваюць інфармацыйную інварыянтнасць, і на ўзроўні тэлеанамічных структур. Адрозніваюцца паміж сабой і гэтыя апошнія, яны адрозніваюцца ўжо сваім базавым біяхімічным субстратам: тэлеанамічныя здзяйсненні забяспечваюцца бялковымі макрамалекуламі, а інфармацыйная інварыянтнасць – малекуламі нуклеінавых кіслот [64, с.29].

Ж. Манод падкрэслівае таксама выключны статус жывога ва ўніверсуме, у якім, згодна з другім пачаткам тэрмадынамікі, дамінуе тэндэнцыя да разбурэння і хаосу. Працэсы аднаўлення і развіцця высокаарганізаваных структур, якімі з'яўляюцца жывыя істоты, сапраўды выглядаюць дзіўнымі і неадпаведнымі сутнасці прыроднай рэчаіснасці, калі яе разглядаць у кантэксце класічнай тэрмадынамікі. Адчуванне іх адчужанасці ад рэаліяў таго ўніверсуму, у якім яны паўсталі, не знікае нават тады, калі мы на аснове навуковых эксперыментаў пераконваемся, што ў біялагічных працэсах фундаментальныя пачаткі тэрмадынамікі ні ў якім разе не парушаюцца. Зусім наадварот, клеткі ў працэсе свайго памнажэння не толькі падпарадкоўваюцца ім, але і «выкарыстоўваюць іх, нібы добры інжынер, для таго каб з максімальнай эфектыўнасцю здзейсніць праект, зрэалізаваць “мару” (Ф. Жакоб) усякай клеткі: зрабіцца дзвюма клеткамі» [64, с.32].

Паставіўшы пытанне пра першаснасць, прыярытэтнасць у суадносінах тэлеанамічных дзеянняў і інфармацыйнай інварыянтнасці на ўзроўні жывога, Ж. Манод піша, што сучасная навука дазваляе вынесці адназначны вердыкт на карысць інфармацыйнага аспекту ў гэтым плане. Таму «ўзнікненне, эвалюцыя, сталае дасканаленне ўсё больш і больш развітых тэлеанамічных структур звязаны са змяненнямі, што адбываюцца ў структуры, якая валодае ўжо ўласцівасцю інварыянтнасці, здольнай, значыць, “захаваць выпадак” і падпарадкаваць такім чынам яго наступствы гульні натуральнага адбору» [64, с.37].

Іншыя навукоўцы, якім не чужая натурфіласофская праблематыка, у сваіх версіях адказу на пытанне пра сутнасныя характарыстыкі жывога таксама акцэнтавалі ўвагу на яго *здольнасці супрацьстаяць тэндэнцыі, скіраванай да ўзроўню раўнавагі, якому ўласціва максімальная энтрапія*. Жывыя істоты спасцігаюцца ў сувязі з гэтым як адкрытыя, іерархічна арганізаваныя сістэмы, што падтрымліваюць высокі ўзровень упарадкаванасці, забяспечваючы дынамічную, гнуткую ўнутраную раўнавагу [46, т.5, с.130].

Варта адзначыць, што праблема існасці жыцця як біялагічнага феномена абмяркоўвалася і абмяркоўваецца ў філасофскай літаратуры. Вядомы нямецкі філосаф М. Гартман (1882–1950), напрыклад, даводзіў, што жывому ўласцівы найперш тры віды працэсаў: *абмен рэчывамі і энергіяй, раздражняльнасць і формаўтварэнне* [64, т.5, с.130]. Сучасны французскі філосаф Д. Лекур таксама падкрэслівае, што найгрунтоўнейшай характарыстыкай жывога з’яўляюцца *няспынны марфагенез, развіццё, эвалюцыя формаў* [26, с.992]. Пры гэтым ён імкнецца паказаць, што перамога фізікалісцкай пазіцыі ў разуменні існасці жыцця, абумоўленая паспяховым разгортваннем біямалекулярных даследаванняў з іх квантава-механічнымі і біяхімічнымі метадамі, не з’яўляецца канчатковай. Філосаф лічыць, што найноўшыя дасягненні біялагічнай навукі ствараюць аснову для новай тэорыі жывога, здольнай выйсці за межы традыцыйнай апазіцыі механіцызму і віталізму. Грунтам гэтай тэорыі мусіць быць, на яго думку, новая інтэпрэтацыя прычыннасці, задзейнічанай у эвалюцыйным працэсе: яна не павінна разглядацца ні як механічная, ні як фіналісцкая. Прычынна-выніковыя сувязі на марфагенетычным узроўні здзяйсняюцца не іначай, як на аснове багатага рэпертуару магчы-

масцей, створанага ўсім папярэднім ланцугом “выбараў”, зробленых прыродай у ходзе развіцця жывых формаў [26, с.989–992].

Варта адзначыць таксама, што для некаторых навукоўцаў пытанне пра спецыфіку жыцця і жывога – гэта пытанне не столькі пра яго якасныя адрозненні ад нежывога, колькі пра рознасць ва ўзроўні складанасці. Неадольнай бездані паміж жывым і нежывым не існуе (у якасці аргумента на карысць дадзенай тэзы могуць фігураваць згаданыя вышэй уласцівасці крышталёў) [51, с.25]. На аснове гэтай пазіцыі досыць проста тлумачыцца, напрыклад, факт рознагалосіцы навукоўцаў у ідэнтыфікацыі вірусаў (хоць яго можна растлумачыць таксама недастаткова ясным усведамленнем імі сутнасных уласцівасцей жывога ці грунтоўнымі метадалагічнымі памылкамі пры іх вызначэнні [46, т.5, с.131–132], што не здзіўляе, калі ўлічыць яго каласальную складанасць).

Такім чынам, у сучасным біяфіласофскім і біялагічным мысленні даюцца розныя, але разам з тым і ў пэўных сваіх аспектах падобныя паміж сабой адказы на пытанне пра сутнасныя ўласцівасці жывога. У пазіцыях фізікалісцкага характару падкрэсліваецца прыярытэт сярод згаданых уласцівасцей забяспечанай малекуламі нуклеінавых кіслот інфармацыйнай інварыянтнасці жывога, гэта значыць захавання, рэпрадуктавання і трансляцыі відавой спадчыннай інфармацыі. У кантэксце сістэмнага падыходу адзначаецца іерархічная арганізацыя жывых істот, якія, уяўляючы надзвычай складаныя сістэмы, падтрымліваюць уласцівы ім высокі ўзровень упарадкаванасці і павышаюць яго (гэта значыць пераадольваюць тэндэнцыю да павелічэння энтрапіі, што дамінуе ў свеце нежывога). У некаторых філасофскіх працах, прысвечаных дадзенай праблематыцы, у якасці найістотнейшай характарыстыкі жыцця і жывога разглядаецца эвалюцыя яго формаў і падкрэсліваецца адметнасць тых каўзальных сувязей, што дзейнічаюць у яе рамках.

### Пытанні і заданні

1. Як вы лічыце, якое месца сярод сутнасных характарыстык жывога займае яго матэрыяльны субстрат?

2. Якія прыкметы жывога з’яўляюцца найістотнейшымі, на ваша меркаванне? Чаму?

3. Што, на вашу думку, прыцягвае ўвагу філосафаў да праблемы існасці жыцця? Што могуць даць адна адной у кантэксце яе вырашэння сучасная філасофія і біялогія? (Гл. 1.3.4.)

4. Як гаварылася ў тэксце параграфа, Д. Лекур даводзіць пра магчымасць новай тэорыі жывога, у якой пераадолювалася б супрацьлегласць механіцызму і віталізму. Ці не з'яўляецца тэарэтычны сінтэз механіцысцкай і віталісцкай парадыгмаў найлепшым спосабам пераадолення згаданай супрацьлегласці? Паспрабуйце стварыць уласную (няхай сабе самую агульную і абстрактную) схему такога канцэптуальнага сінтэзу.

#### **4.12. Праблема ўзнікнення жыцця на Зямлі і яе аналіз у сучаснай навуцы**

Да праблемы ўзнікнення жыцця на Зямлі біялагічнае мысленне звярталася на працягу ўсёй гісторыі свайго самаразвіцця. XIX ст. надало новы імпульс адпаведным пошукам. Так, тэорыя эвалюцыі даводзіла, што ля вытокаў эвалюцыйнага працэсу знаходзіцца адна жыццёвая форма ці, прынамсі, невялікая іх колькасць. У дадзенай сувязі з неабходнасцю паўставала пытанне пра яе ўзнікненне. Праўда, адпаведная праблема не даследавалася Ч. Дарвінам, які адчуваў немагчымасць яе рацыянальнага вырашэння ва ўмовах таго часу. Як указвалася вышэй (3.8.2), у працэсе распрацоўкі клетачнай тэорыі былі зроблены высновы пра тое, што клетка можа ўзнікнуць толькі з іншай клеткі. Адсюль таксама вынікала пытанне пра ўмовы, прычыны, механізм і час узнікнення першай клеткі (ці першых клетак).

Такім чынам, *фундаментальныя біялагічныя тэорыі XIX ст. падштурхоўвалі навукоўцаў да ідэі пра першапачатковы акт узнікнення жыцця, які адбыўся ў далёкім мінулым і які ўяўляе сабой унікальную падзею*. Дададзена ідэя атрымала ў другой палове XIX ст. таксама пераканаўчае эмпірычнае абгрунтаванне (дзякуючы эксперыментам Л. Пастэра). Відавочна, што ўяўленне, паводле якога жывое можа пры пэўных умовах (напрыклад, пры разлажэнні матэрыі) спантанна ўзнікнуць у любы час, не мела ў такой сітуацыі ніякіх шанцаў на прызнанне. Тэорыя, што грунтуецца на згаданым уяўленні, атрымала назву тэорыі *абіягенезу* (узнікнення з нежывога). Упершыню яна была сфармулявана Арыстоцелем і да пачатку Новага часу нікім не аспрэчвалася. У Новы час яна хоць і знаходзіла яшчэ прыхільнікаў, тым не менш сутыкалася з усё большым скепсісам.

Шмат хто з навукоўцаў (і не толькі біёлагаў) падтрымаў ідэю пра касмічнае паходжанне жыцця (канцэпцыю *пансперміі*). Дадзены падыход, аднак, можа разглядацца як уцёкі ад грунтоўнага рашэння праблемы, як яе перасоўванне ў іншую сферу рэчаіснасці. Перанос крыніцы жыцця ў космас не адказвае на пытанне пра механізмы трансфармацыі жывога ў нежывое. Знайсці такі адказ навукоўцы спрабуюць на аснове ўяўлення пра *біяхімічную эвалюцыю*. Згодна з ім жыццё ўзнікла праз ускладненне хімічных рэакцый і іх прадуктаў, якое дасягнула ў пэўны момант узроўню біясінтэзу. Пры гэтым выявіліся два асноўныя падыходы: частка даследчыкаў лічыць, што напачатку ўзніклі амінакіслоты і бялкі; іх апаненты даводзяць, што асновай для генезісу жывога з'яўляецца узнікненне здольных да самапамнажэння малекул, гэта значыць нуклеінавых кіслот (перавага ў адпаведных мадэлях аддаецца РНК). Разам з тым маюць месца і спробы сінтэзаваць абодва згаданыя вышэй падыходы. У іх рамках у якасці малекулярнай асновы для ўзнікнення жывога разглядаецца адэназітрыфосфарная кіслата. Справа ў тым, што яе малекулы выконваюць і метабалічныя функцыі, і функцыі, звязаныя з сінтэзам нуклеінавых кіслот. Такім чынам, пагрунтаваны на бялковых злучэннях метабалізм павінен быў змяшчаць у сабе разам з тым і аснову для сінтэзу РНК і ДНК.

Найважнейшымі кірункамі, на якіх вядуцца даследаванні, што маюць на мэце стварыць пэўныя эмпірычны падмурак для адпаведных гіпатэтычных канструкцый, з'яўляюцца, па-першае, спробы аднавіць працэсы першапачатковага сінтэзу біямалекул у лабараторных умовах, па-другое, пошукі магчымых выкапнёвых яго сведчанняў і, па-трэцяе, назіранні за касмічнымі аб'ектамі з мэтай выяўлення і вывучэння адпаведных працэсаў у паазямной прасторы [76, с.37]. Згаданыя даследаванні могуць, натуральна, толькі ў нейкай ступені ўзмацніць пазіцыі той ці іншай гіпотэзы. Сапраўды, няма ніякай гарантыі, што ў адпаведных эксперыментах адэкватна аднаўляюцца тыя ўмовы, у якіх адбывалася ўзнікненне біямалекул і іх эвалюцыя. Гэтаксама і сляды першых зямных жывых сістэм зніклі пад уздзеяннем “бурнай геалагічнай гісторыі” нашай планеты [76, с.40]. І, нарэшце, нават паспяховыя вынікі пошукаў і даследаванняў паазямнога жыцця не дазволілі б зрабіць катэгарычныя высновы адносна яго генезісу ў зямных умовах, бо зусім не

гарантаванае ні падабенства іх істотных прыкмет, ні тоеснасць шляхоў іх узнікнення.

Такім чынам, развіццё біялогіі ў XIX ст. дало моцны ітуршок даследаванням, засяроджаным на праблеме ўзнікнення жыцця. У іх выніку ў гэты час было пераадолена ўяўленне, паводле якога жывое можа пры пэўных умовах спантанна ўзнікнуць у любы момант, і цвёрдзілася ідэя першапачатковага акта яго ўзнікнення. Найбольш папулярнымі сярод прысвечаных дадзенай праблеме гіпотэз, прапанаваных у абсягу сучаснай навукі, у першую чаргу з'яўляюцца канцэпцыя пансперміі (яна грунтуецца на ідэі пра касмічнае паходжанне жыцця) і канцэпцыя біяхімічнай эвалюцыі (згодна з ёй жыццё паўстала праз ускладненне хімічных рэакцый і іх прадуктаў, якое дасягнула ў пэўны момант узроўню біясінтэзу). Спробы стварыць трывалы эмпірычны падмурак для адпаведных тэарэтычных пабудов не ў стане прынесці грунтоўных вынікаў і могуць толькі ў пэўнай ступені ўзмацніць пазіцыі той ці іншай з іх.

### Пытанні і заданні

1. Прадстаўленаму ў тэксце параграфу натуралістычнаму падыходу да праблемы ўзнікнення жыцця супрацьстаіць крэацыянісцкае яе бачанне. Якому з гэтых светапоглядных кірункаў вы аддаеце перавагу і чаму? Чаму ўвогуле абмеркаванне дадзенай праблемы дасягае светапогляднага ўзроўню?

2. Ці занялі вы пэўную пазіцыю ў дыскусіях, што вядуцца на грунце ўяўлення пра біяхімічную эвалюцыю як крыніцу ўзнікнення жыцця на Зямлі? Паспрабуйце вызначыцца ў гэтым плане і абгрунтаваць свой выбар.

3. Якое месца ў праблемным полі біялагічнага пазнання займае пытанне пра ўзнікненне жыцця? Якое значэнне яно мае для іншых навук?

4. Як лічыць Альбер Жакар, жыццё не “ўзнікла” аднойчы, яно фарміравалася паступова, і яго фарміраванне пачалося фактычна ад Вялікага выбуху [51, с.25]. Прааналізуйце дадзенае меркаванне. Ці згодныя вы з ім? Адказ абгрунтуйце.

#### 4.13. Узнікненне і развіццё генетыкі

*Генетыка* як галіна сучаснай біялогіі, што вывучае праблемы спадчыннасці ў сферы жывога, узнікла на мяжы XIX і XX стст. праз пераадкрыццё забытых на некалькі дзесяцігоддзяў вынікаў даследчай працы Г. Мендэля, праведзенай у другой палове XIX ст. Сам тэрмін быў прапанаваны ў 1905 г. англійскім навукоўцам В. Бэтсамам (1861–1926). Тэрмін “ген” быў уведзены крыху пазней, у 1909 г., дацкім біёлагам В. Іагансенам (1827–1927).

Праблемнае поле дадзенай галіны біялагічных ведаў арганізавана вакол розных змястоўных цэнтраў, якія задаюць стратэгічныя лініі разгорнутых у яе рамках даследаванняў. Да такіх стратэгічных даследчых кірункаў належаць выяўленне назапашанай у храмасомах спадчыннай інфармацыі, аналіз хімічнай структуры генетычнага матэрыялу, раскрыццё шляхоў і спосабаў, якімі перадаецца генетычная інфармацыя, і яе магчымых змяненняў у працэсе згаданай перадачы. Сярод грунтоўных задач генетыкі неабходна згадаць таксама аналіз размеркавання спадчыннай інфармацыі ў групах арганізмаў (папуляцыях) і адпаведнай яе дынамікі [34, т.2, с.268].

Пасля пераадкрыцця мендэлеўскай тэорыі перад біёлагамі паўстала пытанне, у якім элеменце клеткі месцяцца фактары, што вызначаюць фенатыпічныя прыкметы жывых істот, гэта значыць гены. Ядро, а дакладней храмасомы, якія ў ім знаходзяцца, разглядаліся навукоўцамі як нядрэнныя кандыдаты для выканання згаданай ролі. Менавіта з такой ідэяй выступілі (незалежна адзін ад аднаго) у 1903 г. амерыканскі і нямецкі біёлагі У. Сетан (1877–1916) і Т.Боверы (1862–1915) [82, с.97]. Эмпірычнае абгрунтаванне *храмасомная тэорыя* атрымала, аднак, толькі ў наступным дзесяцігоддзі дзякуючы даследаванням амерыканскага генетыка Т.Моргана (1866–1945) і яго вучняў. Прадстаўнікі дадзенай навуковай школы высветлілі, што *сувязь генаў у храмасомах мае лінейны характар*. Яны паказалі таксама, што *асноўнай структурнай адзінкай спадчыннай інфармацыі, адказнай за пэўную фенатыпічную рысу, з’яўляецца, як правіла, не паасобны ген, а пэўная група генаў*. У сувязі з гэтым трэці закон Мендэля запатрабаваў карэкцыі: у ім павінна ісці гаворка не пра паасобныя гены і незалежнасць іх камбінавання, а пра незалежнасць спалучэння паміж сабой пэўных іх груп.

Храмасомная тэорыя, якая вызначала аблічча генетыкі яшчэ і ў дваццатых гадах, не была ў стане адказаць на шматлікія і важныя пытанні, звязаныя са структурай генаў і механізмам іх функцыянавання. Акрамя таго, актуальнай заставалася задача пераадолення адзначанага вышэй (3.9) канфлікту паміж генетыкай і эвалюцыйнай тэорыяй. Яе вырашэнне прывяло да стварэння ў 30-я гг. XX ст. сінтэтычнай тэорыі эвалюцыі (папуляцыйнай генетыкі), асноўныя характарыстыкі якой будуць разгледжаны ніжэй.

А вось адказы на пытанні, звязаныя з тым, як уладкаваны гены, як адбываецца іх рэплікацыя і якім чынам яны задаюць пэўныя фенатыпічныя рысы, былі знойдзены дзякуючы інтэнсіўным *біямалекулярным даследаванням*. У іх выніку было высветлена, што кожны ген уяўляе сабой разгорнутую ў лінейную паслядоўнасць групу нуклеатыдаў<sup>104</sup> у малекуле ДНК (дэзоксірыбануклеінавай кіслаты), утворанай двума спіральна закручанымі адносна адзін аднаго полінуклеатыднымі ланцужкамі. Разам з тым выявілася, што не ўсякая серыя нуклеатыдаў, гэта значыць не ўсякі ўчастак згаданай макрамалекулы нясе ў сабе спадчынную інфармацыю.

Звязаная слабымі вадароднымі сувязямі падвойная спіраль ДНК без праблем раз'ядноўваецца, і кожны з ланцужкоў спалучаецца затым з новым, але тоесным папярэдняму. Справа ў тым, што нуклеатыды маюць моцныя, нязменныя прыхільнасці і ўтвараюць сувязі толькі ў адпаведнасці з імі, функцыянуючы ў строга вызначаных парах (адэнін – тымін, гуанін – цытазін). Менавіта такім чынам адбываецца самааднаўленне генаў, непасрэднае прызначэнне якіх – быць прачытанымі і транскрыбіраванымі інфармацыйнай РНК (рыбануклеінавай кіслатой). Дзякуючы гэтаму інфармацыя, якую яны змяшчаюць, можа быць задзейнічана ў сінтэзе бялкоў (што адбываецца на рыбасомах – адмысловых структурных элементах клетак). Бялкі складаюцца з амінакіслот, паслядоўнасць якіх у лінейнай бялковай структуры вызначаецца паслядоўнасцю нуклеатыдаў у ДНК і РНК: пэўнай амінакіслаце адпавядаюць пэўныя трохчленныя серыі нуклеатыдаў. Значыць, змяненні ў паслядоўнасці нуклеатыдаў на ўзроўні ДНК цягнуць за сабой змяненні ў

---

<sup>104</sup> Выступаючы ў якасці структурных адзінак макрамалекулы ДНК, нуклеатыды самі з'яўляюцца складанымі рэчывамі: у іх склад уваходзяць азоцістая аснова, цукар (дэзаксірыбоза ці рыбоза) і фасфат.

структуры бялковых малекул, якія выконваюць разнастайныя і вельмі важныя функцыі ў арганізмах жывых істот. Таму ў дадзеным выпадку з'яўляецца магчымасць трансфармацыі іх фенатыпічных характарыстык.

Такім чынам, у выніку інтэнсіўных біяхімічных і біямалекулярных даследаванняў была высветлена ўнутраная складанасць структур і працэсаў, што забяспечваюць функцыянаванне спадчынных механізмаў у сферы жыцця. Разам з тым ускладненне навуковых уяўленняў пра згаданыя механізмы паспрыяла ў значнай ступені пэўнай тэрміналагічнай блытаніне ў адпаведных тэарэтычных пабудовах, якая выявілася ў недастатковай акрэсленасці і шматзначнасці тэрміна “ген”, надзвычай важнага ў дадзеным даследчым кантэксце. Так, ён можа ўжывацца для абазначэння асобных элементаў участкаў ДНК, якія кадзіруюць паслядоўнасць амінакіслот у бялковых макрамалекулах, ці для абазначэння гэтых участкаў увогуле, толькі да ўчасткаў, што забяспечваюць згаданую кадзіроўку, ці, разам з імі, і да ўчасткаў з рэгулявальнымі функцыямі і г. д. [87]. У прысвечаных адзначанай праблеме філасофскіх працах было пастаўлена пытанне пра прычыны такой сітуацыі, і некаторыя з філосафаў паспрабавалі давесці, што згаданая няпэўнасць выклікана да жыцця фактычным неіснаваннем генаў. Яны прапанавалі біёлагам замест паняцця “ген” выкарыстоўваць больш канкрэтныя тэрміны, выпрацаваныя ў працэсе адпаведных даследаванняў (экзон, інтрон і да т.п.) [87].

Неабходна адзначыць, што ў філасофскай літаратуры ўказваюцца і іншыя нюансы згаданай праблемы, а разам з імі і іншыя шляхі яе рашэння. Так, напрыклад, адзначаецца двухузроўневы характар разумення і ўжывання паняцця “ген” у навуковых дыскусіях і тэкстах – у якасці адпаведных узроўняў фігуруюць класічны і малекулярна-біялагічны. У сувязі з гэтым даследчыкам рэкамендуецца зважаць на згаданую акалічнасць, каб пазбегнуць недакладнасці і блытаніны ў выказваннях і тэарэтычных канструкцыях [87].

У адпаведных філасофскіх тэкстах адзначаецца і аналізуецца таксама момант кардынальнага пераасэнсавання ў сучаснай генетыцы сутнасці гена як біялагічнага феномена: ён трактуецца зараз найперш як *функцыянальная* адзінка ДНК. У працэсах, звязаных з захаваннем, рэпрадуктаваннем і перадачай ад пакалення да пакалення спадчынай інфармацыі, кожная такая

адзінка (кожны ген) знаходзіцца ў цесных узаемасувязях з іншымі генамі. Пры гэтым заўжды існуе магчымасць іх рэкамбінацыі, таксама як і змяненняў іх унутранай структуры (мутацый) [34, т.2, с.269].

Неабходна адзначыць, што і ў далейшым разгортванні генетычных даследаванняў дамінавала малекулярна-біялагічная парадыгма. Да найважнейшых поспехаў, дасягнутых на яе аснове, належыць раскрыццё генетычнага кода, што была здзейснена ў першай палове 60-х гг., і выяўленне структурна-функцыянальных характарыстык чалавечага генома (міжнародны праект “Чалавечы геном”). Здзейсненая ў першай палове 60-х гг. дэшыфроўка *генетычнага кода* выступіла як новае (пасля эвалюцыйнага вучэння і клетачнай тэорыі) вялікае пацвярджэнне ідэі істотнага адзінства жывога, бо ён тоесны фактычна ва ўсіх жывых істот [51, с.21]. Рэалізацыя праекта “Чалавечы геном”, якая распачалася ў 1987–1988 гг., таксама прынесла на сёння ґрунтоўныя вынікі, прычым не толькі ў чыста тэарэтычным, але і ва ўжытковым (медычным, біятэхнічным) плане [56, с.12–13].

*Такім чынам, генетыка – гэта галіна сучаснай біялогіі, што вывучае праблемы спадчыннасці ў сферы жывога. Яна ўзнікла на мяжы XIX і XX стст. праз пераадкрыццё дасягнутых за паўстагоддзя таму вынікаў даследчай працы Г. Мендэля. У другім дзесяцігоддзі XX ст. знайшла сваё эмпірычнае абґрунтаванне ідэя, згодна з якой спадчынны матэрыял змяшчаецца ў храмасомах. На яе аснове была развіта храмасомная тэорыя, прадстаўнікі якой высветлілі, што сувязь генаў у храмасомах мае лінейны характар, і паказалі, што асноўнай структурнай адзінкай спадчыннай інфармацыі, адказнай за пэўную фенатыпічную рысу, з’яўляецца, як правіла, не паасобны ген, а пэўная група генаў. Новыя ґрунтоўныя дасягненні на дадзеным кірунку біялагічнага пазнання звязаны з біямалекулярнымі даследаваннямі. Дзякуючы інтэнсіўным біямалекулярным і біяхімічным пошукам былі выяўлены істотныя характарыстыкі структур і працэсаў, што забяспечваюць функцыянаванне спадчынных механізмаў у сферы жыцця.*

### Пытанні і заданні

1. Як вы лічыце, ці не з’яўляюцца поспехі малекулярнай генетыкі важкімі аргументамі на карысць фізікалізму?

2. Чаму, на вашу думку, эвалюцыя паняцця “ген” і асаблі-  
васці яго сучаснага ўжывання прыцягнулі да сябе ўвагу філо-  
сафаў?

3. Наколькі правамернай падаецца вам пазіцыя філосафаў,  
якія адмаўляюць фактычнае існаванне генаў?

4. Як вы лічыце, чаму некаторыя навукоўцы (напрыклад,  
С. Вайнберг [67, с.476]) успрынялі праект “Чалавечы геном”  
досыць крытычна? Як ставіцеся да дадзенага праекта вы?

5. Паспрабуйце вызначыць месца і ролю генетыкі ў сістэме  
сучаснага біялагічнага пазнання. Ці змяняцца яны ў бліжэйшай  
будучыні? У больш аддаленай перспектыве?

#### **4.14. Сінтэтычная тэорыя эвалюцыі. Эвалюцыйная біялогія ў другой палове XX – пачатку XXI ст.**

Дасягнутыя ў першай трэці XX ст. поспехі генетыкі, далей-  
шае развіццё эвалюцыйнай біялогіі ў гэты час<sup>105</sup> змусілі біёла-  
гаў паставіць пытанне, ці на самай справе мендэлізм і дарві-  
нізм уяўляюць сабой несувымяральныя падыходы, асуджаныя  
вечна варагаваць паміж сабой. У выніку інтэнсіўных пошукаў,  
якія згаданае пытанне выклікала да жыцця, паўстала *сінтэ-  
тычная тэорыя эвалюцыі* – тэорыя, у якой найперш увасаб-  
ляецца сучасны дарвінізм (неадарвінізм).

Грунтоўнае значэнне для яе ўзнікнення мелі даследаванні,  
праведзеныя ў 20–30-х гг. XX ст. Р. Фішэрам (1890–1962),  
Д. Холдэйнам (1892–1964), С. Райтам (1889–1988), Т. Дабжан-  
скім (1900–1975) і іншымі навукоўцамі. Аб’ектам згаданых  
даследаванняў была генетычная будова папуляцый і яе дынамі-  
ка. Яны вяліся пры дапамозе матэматычных метадаў і ўключалі  
ў сябе стварэнне фармальных мадэляў адпаведных працэсаў і  
іх эмпірычную праверку. (Такая даследчая стратэгія дамінуе і ў  
сучасных навуковых пошуках у абсягу папуляцыйнай генетыкі  
[68].) У выніку згаданых пошукаў высветлілася, што селектыў-  
ны прынцып арганічна стасуецца з мендэлеўскімі законамі пры  
мадэляванні працэсаў, якія маюць месца ў папуляцыйных  
асяродках пры перадачы генаў ад аднаго пакалення да другога.

---

<sup>105</sup> Найбольш аўтарытэтным тэарэтыкам-эвалюцыяністам пачатку XX ст. быў  
А. Вайсман, які абагульніў і радыкалізаваў дарвінаўскі прынцып натуральнага  
адбору, распаўсюдзіў яго на ўсе працэсы біялагічнага развіцця, а таксама звязаў  
адпаведную праблематыку з праблемамі цыталогіі [34, т.1, с.962].

Вучэнні Ч. Дарвіна і Г. Мендэля выявілі сваю поўную сумяшчальнасць і нават, больш за тое, сваю здольнасць стварыць блізкі, цесны альянс, надзвычай плённы для разумення і апісання жывой прыроды.

Такім чынам, згодна з сінтэтычнай тэорыяй эвалюцыі *грунтоўнай адзінкай эвалюцыйнага працэсу з'яўляюцца папуляцыі*. Мікраэвалюцыйныя змяненні на іх узроўні разглядаюцца яе творцамі як здольныя спарадзіць у доўгатэрміновай перспектыве макраэвалюцыйную дынаміку, а іх вывучэнне – як неабходная і дастатковая ўмова яе тлумачэння [86]. Пры гэтым відавочна трансфармацыі разглядаюцца ў яе рамках у цеснай узаемазвязі са зменамі ў частаце генаў у абсягу папуляцыі.

У пэўных філасофскіх і гістарычна-навуковых рэканструкцыях сінтэтычнай тэорыі эвалюцыі адзначаецца, што натуральны адбор выступае, з пункту гледжання яе прадстаўнікоў, як найважнейшы фактар эвалюцыйнага працэсу (хоць пры гэтым падкрэсліваецца таксама, што іх погляды ў ацэнцы значэння селектыўных механізмаў адрозніваюцца паміж сабой [68]). У рамках іншых інтэрпрэтацыйных схем даводзіцца, аднак, што ў яе абсягу не ставіцца пытанне пра прынцыповы прырытэт у эвалюцыйным працэсе таго ці іншага эвалюцыйнага фактара. Роля кожнага з іх павінна вызначацца эмпірычным шляхам, зыходзячы са спецыфікі канкрэтнай сітуацыі. На аснове адпаведнага эмпірычнага матэрыялу можна затым абгульніць, у якіх умовах які фактар мусіць мець вырашальнае значэнне [26, с.393].

Неабходнай перадумовай дзеяння селектыўных механізмаў з'яўляецца, згодна з неадарвінісцкімі ўяўленнямі, разнастайнасць асобін у рамках папуляцыі. Сярод яе прычын прадстаўнікі сінтэтычнай тэорыі адзначаюць рознага кшталту мутацыі, рэкамбінацыю генаў, выпадковыя флуктуацыі частаты паасобных генаў у папуляцыйных асяродках. Разам з тым згаданыя механізмы ўплываюць на генетычную структуру папуляцыі, паколькі адаптацыйны поспех арганізма звязаны (прынамсі, часткова) з яго генатыпам [68].

Як і ў класічнай тэорыі эвалюцыі, у рамках сінтэтычнай тэорыі прызнаецца істотная роля асяроддзя ў эвалюцыйным працэсе. Пры гэтым падкрэсліваецца, што асновай для дзеяння натуральнага адбору з'яўляецца іерархічнае ўладкаванне наяўнай у асяроддзі біямасы ў суадносінах з патрэбамі жывых істот

у энергіі, абумоўленымі іх спецыфікай [34, т.1, с.965]. Праўда, неабходна адзначыць, што ў розных канкрэтных даследаваннях зварот да выяўленых эмпірычным шляхам фактаў, датычных экалагічных аспектаў эвалюцыйнага працэсу, мае рознае значэнне і розную ўдзельную вагу. У гэтым плане дапушчальна і слушна адрозніваць *папуляцыйную і экалагічную генетыку*. Калі ў першай пераважае матэматычнае мадэляванне, так што яна выглядае часам “як галіна ўжытковай матэматыкі, пагрунтаваная на мендэлеўскіх аксіёмах”, то ў рамках другой самае істотнае значэнне надаецца сталаму “ўзаемадзеянню паміж матэматычнай тэорыяй і эмпірычнымі назіраннямі, праведзенымі ў палявых і лабараторных умовах” [86].

У эвалюцыйным мысленні другой паловы ХХ ст. назіраюцца разнастайныя тэндэнцыі, так што сучасны эвалюцыянізм не выступае як адзіная глабальная тэорыя. Гэта хутчэй сукупнасць тэарэтычных схем і мадэляў, для якіх характэрны розныя падыходы да эмпірычнага матэрыялу. Увогуле, эвалюцыянізм уяўляе сёння надзвычай спецыялізаваную сферу навуковых даследаванняў, што характарызуецца надзвычай высокай ступенню прафесіяналізацыі [26, с.394]. Варта зазначыць, што ў працэсе ўнутранай яе дыферэнцыяцыі паўсталі і кірункі, якія можна разглядаць як спробы развіцця, паглыблення і дапаўнення неадарвінісцкага падыходу, і плыні, прадстаўнікі якіх імкнуцца да прынцыпова новага абгрунтавання і кардынальна новай распрацоўкі эвалюцыйнай ідэі.

Да менш радыкальных у гэтым плане тэарэтыкаў належаць, мяркуючы па ўсім, тыя, хто імкнецца абавірацца ў сваіх даследаваннях на сістэмныя ўяўленні пра жывое. Яны ставяць перад сабой задачу выявіць ўнутрысістэмныя эвалюцыйныя фактары, якія, на іх думку, павінны цесна ўзаемадзеінічаць са знешнім асяроддзем і перасякацца з яго ўплывам на эвалюцыйны працэс. Іншыя даследчыкі шукаюць новы грунт для разгортвання адпаведных тэарэтычных пошукаў у абсягу малекулярнай біялогіі. Яны засяроджваюць ўвагу на біяхімічна-малекулярных механізмах жыцця і ўказваюць, што іх развіццё вызначаецца спецыфічнымі біяфізічнымі ўмовамі і заканамернасцямі (а не ўздзеяннем навакольнага асяроддзя) [34, т.1, с.954].

На той падставе, што характэрнае для дарвінісцкай канцэпцыі эвалюцыі ўяўленне пра яе бесперапынны характар не знайшло свайго адназначнага эмпірычнага пацвярджэння (сам Дарвін нястомна шукаў адпаведныя доказы, спадзеючыся

аднойчы знайсці іх), разгарнуліся пошукі, скіраваныя ў іншы бок. У 70-х гг. XX ст. амерыканскія палеантолагі С.Д. Гулд (1941–2002) і Н. Элдрыдж прапанавалі наступную ідэю: калі кантынуалісцкі падыход выглядае не надта абгрунтаваным, то ці не лепей адмовіцца ад яго, аддаўшы перавагу падыходу, пагрунтаванаму на прынцыпе дыскрэтнасці. У выніку паўстала *эвалюцыйная мадэль “кропкавай раўнавагі”*, у якой надаецца станоўчы сэнс тым лакунам, што маюць месца сярод выкапнёвых знаходак з пункту гледжання палеанталагічнай рэканструкцыі эвалюцыйнага працэсу. Згодна з гэтай мадэллю новыя біялагічныя формы заўжды ўзнікаюць ва ўмовах геаграфічнай і кліматычнай ізаляцыі, а іх перавага перад іншымі жывымі істотамі можа выявіцца толькі тады, калі ўмовы змяняцца і яны з яе выйдуць. Эвалюцыйны працэс мусіць мець, такім чынам, працяглыя “кансерватыўныя” стадыі, якія перапыняюцца магутнымі выбухамі [26, с.991].

Больш радыкальная рэвізія неадарвінісцкай традыцыі характарызуецца арыентацыяй на антагенетычны ўзровень жывога, на ўзровень арганізмаў. Пры гэтым падкрэсліваецца аўтаномія жывых істот: структураванне кожнай з іх мае неадаптацыйны характар. Адсюль вынікае, што працэс эвалюцыі адбываецца менавіта на аснове ўнутрыарганізмавых прынцыпаў, а не праз селектыўнае дзеянне навакольнага асяроддзя [34, т.1, с.955].

У якасці асновы эвалюцыйнага працэсу можа падавацца ў дадзеным выпадку *самаарганізацыя незалежных суаднесеных з імі самімі сістэм*. У іншым падобнага кшталту тэарэтычным праекце дзеля абгрунтавання аўтаномнага статусу арганізмаў распрацоўваецца ідэя, згодна з якой *жывыя істоты ўяўляюць сабой чыста механічныя сістэмы*. Іх узаемныя стасункі вызначаюцца вострай канкурэнцыяй, на перамогу ў якой лепшыя шанцы маюць найбольш эфектыўныя з іх (тыя, у якіх найбольш эфектыўна ператвараецца энергія). Дадзеная эфектыўнасць вызначаецца ў канчатковым выніку іх унутранай арганізацыяй. Роля рухавіка эвалюцыйнага працэсу аддаецца прыхільнікамі гэтай тэорыі мутацыйным зменам. У папуляцыях замацоўваюцца толькі тыя з іх, праз якія забяспечваюцца ўсе патрабаванні да жывога. Пры гэтым шанцы сцвердзіцца і захавацца маюць хутчэй не надта радыкальныя арганізацыйныя трансфармацыі, што звязана з каласальнай структурнай і функцыянальнай складанасцю жывых утварэнняў. Месца і значэнне асяроддзя ў эвалюцыйным працэсе вызначаецца ў дадзеным

выпадку на аснове і праз прызму ўнутранай арганізацыі саміх арганізмаў [34, т.1, с.955–956].

Існуюць і іншыя тэорыі, на якіх засяроджваецца ўвага біёлагаў і філосафаў. Так, у сучасных умовах шэраг даследчыкаў звяртаюцца да ідэі Э.Гекеля і яго паслядоўнікаў, якія надавалі грунтоўнае значэнне ў эвалюцыйным працэсе эмбрыянальнаму развіццю арганізмаў. Дадзены кірунак атрымаў назву *эвалюцыйнай біялогіі развіцця* (ці “evo-devo”, што з’яўляецца скарачэннем яе англійскамоўнага вырынта – evolutionary developmental biology) [83]. Ажыўлена дыскутавалася і дыскутуецца таксама *нейтральная тэорыя эвалюцыі*, згодна з якой асноўным фактарам змяненняў у свеце жывога з’яўляюцца нейтральныя па сваім характары мутацыі (паколькі ім належыць абсалютная колькасная перавага перад спрыяльнымі і шкоднымі трансфармацыямі генетычнага матэрыялу).

Неабходна адзначыць, што плюралістычны ландшафт сучаснай эвалюцыйнай біялогіі (як і эвалюцыйнага біялагічнага мыслення ўвогуле) зусім не выпадковы. Справа ў тым, што яна (у падабенстве з касмалогіяй) мае ўнікальны прадмет даследавання, вывучае ўнікальны працэс. Відавочна, што дадзеная акалічнасць істотна абцяжарвае яе шлях да выяўлення законаў эвалюцыі і распрацоўкі адзінай, універсальнай эвалюцыйнай тэорыі. Таму нічога дзіўнага не будзе ў тым, калі нават у найбліжэйшай будучыні ў яе абсягу паўстануць новыя тэарэтычныя праекты, якія кардынальным чынам зменяць наяўную сітуацыю.

Такім чынам, сучасны дарвінізм (неадарвінізм) найбольш поўна ўвасабляецца ў сінтэтычнай тэорыі эвалюцыі. Яе грунтам з’яўляецца ўяўленне, згодна з якім селектыўны прынцып арганічна стасуецца з мендэлеўскімі законамі пры мадэляванні працэсаў, што маюць месца ў папуляцыйных асяродках пры перадачы генаў ад аднаго пакалення да другога. Папуляцыі разглядаюцца ў ёй як асноўная адзінка эвалюцыйнага працэсу, натуральны адбор прызнаецца грунтоўным яго фактарам. Істотнае месца ў ім адводзіцца таксама навакольнаму асяроддзю, хоць у розных канкрэтных даследаваннях зварот да экалагічных аспектаў эвалюцыйнага працэсу мае рознае значэнне і розную ўдзельную вагу. У сувязі з гэтым прапанована адрозніваць папуляцыйную і экалагічную генетыку. У эвалюцыйным мысленні другой паловы XX ст. назіраюцца

*разнастайныя тэндэнцыі. У працэсе ўнутранай яго дыферэнцыяцыі ўзніклі і кірункі, якія можна разглядаць як спробы развіцця неадарвініскага падыходу, і плыні, прадстаўнікі якіх імкнуцца да прынцыпова новага абгрунтавання эвалюцыйнай ідэі.*

### Пытанні і заданні

1. Як бы вы ацанілі гістарычнае значэнне сінтэтычнай тэорыі эвалюцыі? Ці не сягае яно за межы біялагічнай навукі?

2. Некаторыя даследчыкі ўказваюць, што адсутнасць агульназначнай тэарэтычнай схемы ў сучаснай эвалюцыйнай біялогіі зусім не абавязкова павінна ўспрымацца як недахоп [56, с.190]. Якімі аргументамі, на вашу думку, можа быць падмацавана дадзеная пазіцыя? Ці згодны вы з ёй і чаму так ці не?

3. Які з кірункаў сучаснага эвалюцыйнага мыслення падаецца вам найбольш абгрунтаваным і перспектыўным? Чаму?

4. Правядзіце параўнальны аналіз сучаснай і класічнай эвалюцыйнай біялогіі ў плане выяўлення ў іх фактараў эвалюцыйнага працэсу і асноўных адзінак, на якіх ён здзяйсняецца. Ці можна канстатаваць наяўнасць пэўных тэндэнцый у гэтым сегменце эвалюцыйнага мыслення (пры ўсёй яго варыятыўнасці)?

### **4.15. Прыродазнаўчыя навукі ў кантэксце вывучэння чалавека**

Прыродазнаўчыя навукі маюць важнае значэнне ў кантэксце вывучэння самай галоўнай, важнай, самай цікавай праблемы – праблемы чалавека. Чалавечае быццё ў свеце не можа быць ахоплена розумам і адэкватна апісана без ўдзелу прыродазнаўчых навук, бо ўсе яго вымярэнні (касмічнае, біялагічнае, духоўнае<sup>106</sup>) цесна звязаны паміж сабой і уплываюць адно на адно. Зрэшты, само прыродазнаўства з’яўляецца пэўнай формай дачынення чалавека да свету, пэўным кірункам яго духоўнага жыцця і таму шмат што можа сказаць пра яго і наблізіць да спасціжэння яго таямніцы.

<sup>106</sup> Паняцці духа і адпаведна духоўнага вызначыць досыць няпроста, а іх дакладнае (згодна з пазнавальнымі стандартамі матэматызаванага прыродазнаўства) вызначэнне ўвогуле немагчымае. Тым не менш у самым шырокім сэнсе мы можам акрэсліць духоўнае як звязаную са здольнасцю да ўтварэння сімвалаў і з творчай актыўнасцю ў сімвалічным універсуме сферу, у якой адбываецца трансфармацыя, пераўтварэнне, “зняцце” біялагічнага.

#### **4.15.1. Праблема антрапасацыягенезу і яе прыродазнаўчыя аспекты**

Праблема ўзнікнення чалавека і грамадства (антрапасацыягенезу) была ўведзена ў прыродазнаўчы кантэкст у Новы час біёлагамі-эвалюцыяністамі. Праўда, Ж.-Б. Ламарк і Ч. Дарвін мелі ў гэтым плане сваіх папярэднікаў – Анаксімандра, пра якога гаварылася вышэй, італьянскага філосафа-пантэіста Л. Ваніні [76, с.125]. Аргументаванае і абгрунтаванае пашырэнне эвалюцыйнага вучэння на разгляд антрапасацыягенезу выклікала значны рэзананс у грамадстве. Пасля выхаду ў свет дарвінаўскіх прац (і “Паходжання відаў”, хоць у ёй праблема ўзнікнення чалавека практычна не разглядаецца, і “Паходжання чалавека”) дадзеная тэма нікога не пакінула абыякавым. Нават брытанскі міністр фінансаў таго часу Б. Дызрэлі палічыў за неабходнае далучыцца да адпаведных дэбатаў. Ён публічна выказаў сваю пазіцыю, сутнасць якой была ў тым, што ў наяўнай сітуацыі, калі анёл і малпа прэтэндуюць на статус продка чалавека, яго выбар належыць анёлу [34, т.1, с.478]. Духоўны стан і настрой думак набожных людзей у згаданых абставінах з абсалютнай дакладнасцю перадала жонка зацятага змагаара з эвалюцыйным вучэннем, біскупа Вільберфорса: “Паходзіць ад малпы! Будзем спадзявацца, даражэнькі, што гэта няпраўда. А калі гэта праўда, дык будзем маліцца, каб пра яе ніхто не даведаўся” [34, т.1, с.478].

Надзеі спадарыні Вільберфорс не было наканавана споўніцца. Антрапасацыягенез і надалей заставаўся прадметам інтэнсіўнага навуковага (у тым ліку і прыродазнаўчага) вывучэння, і вынікі адпаведных даследаванняў зусім не былі набыткам невялікага кола дасведчаных спецыялістаў. Найпершым важкім біялагічным аргументам Дарвіна і яго паплечнікаў (сярод якіх неабходна вылучыць Т.Хакслі, 1825–1895) было выяўленае параўнальнай анатоміяй і фізіялогіяй падабенства чалавека з іншымі відамі, што належаць да хрыбетных (найбольш яскравае, безумоўна, у выпадку прыматаў) [26, с.279].

Класічная біялогія не магла, аднак, спаслацца на выкапнёвыя знаходкі, якія ёсць у распараджэнні сучаснай навукі. Акрамя таго, сучасная навука пры разглядзе праблемы антрапасацыягенезу можа абаперціся на дасягненні генетыкі і малекулярнай біялогіі. Праведзеныя ў іх абсягу даследаванні выявілі істотнае падабенства малекулярных структур, уласцівых

чалавеку і іншым жывым істотам. Паводле набору храмасом, напрыклад, чалавек надзвычай блізка да шымпанзэ: у абодвух “яны вельмі падобныя па сваіх каляровых колцах, і толькі вялікая храмасома 2 чалавека не мае свайго эквівалента” ў гэтай малпы [76, с.126].

Тое, аднак, што праблема антрапасацыягенезу з’яўляецца легітымным, паўнапраўным сегментам праблемнага поля прыродазнаўства (найперш біялогіі), ні ў якім разе не дазваляе надаваць ёй чыста прыродазнаўчы статус. Праз свой складаны, комплексны характар яна мусіць даследавацца рознымі навукамі, гэта сапраўды *міждысцыплінарная праблема*. Яе складанасць звязана з комплексным, шматузроўневым характарам феномена антрапасацыягенезу. Акрамя таго, істотныя цяжкасці ў яго вывучэнні выклікае тая акалічнасць, што ўзнікненне чалавека і грамадства ўяўляе сабой унікальны працэс, які адбыўся ў далёкім мінулым. У сувязі з гэтым, з аднаго боку, робіцца праблематычным ужыванне ўсталяваных на веданні законаў пэўных з’яў тлумачальных стратэгій, а з іншага – увесь час адчуваецца недахоп эмпірычнага матэрыялу, што надае адпаведным тэарэтычным і гістарычным рэканструкцыям гіпатэтычны характар.

Складаны, шматаспектны характар антрапасацыягенезу можа быць адэкватна ахоплены толькі ў рамках цэласнай, комплекснай тэарэтычнай мадэлі, стварэнне якой павінна спалучацца з мадэляваннем яго паасобных узроўняў – біятычнага, псіхічнага, сацыяльнага [34, т.3, с.374]. Пры гэтым патрэбна ўлічваць, што на розных этапах узнікнення чалавека і грамадства згаданыя ўзроўні выступалі ў розных суадносінах і мелі розную ўдзельную вагу. У дадзеным мадэляванні, якое адбываецца ў шырокім міждысцыплінарным полі, важнае месца належыць, безумоўна, біялогіі – асабліва ў кантэксце даследавання першапачатковых этапаў працэсу вылучэння чалавека з жывёльнага свету.

Неабходна адзначыць, што інтэнсіўныя пошукі, якія здзяйсняюцца на гэтым – надзвычай дынамічным – даследчым кірунку, прыносяць свой плён і карціна антрапасацыягенезу ўвесь час узбагачаецца, дапаўняецца і ўдакладняецца. У самым агульным плане (калі тэрмін “антрапасацыягенез” бярэцца ў найбольш шырокім сэнсе) у згаданай карціне можна вылучыць

тры глабальныя перыяды<sup>107</sup>. Першы з іх ахоплівае *дачалавечую стадыю ўзнікнення чалавека і грамадства*, другі мае *пераходны характар*, трэці можна ахарактарызаваць як *антрапасацыя-генез ва ўласным сэнсе* (гэта пераход ад прымітыўных чалавечых формаў да чалавека і грамадства сучаснага тыпу).

Няма нічога дзіўнага ў тым, што храналагічныя рамкі гэтых перыядаў выклікаюць вострыя дыскусіі сярод навукоўцаў (дыскусійнымі з’яўляюцца шмат якія з прысвечаных антрапасацыягенезу пытаньняў). Слушным падаецца той падыход, што звязвае дачалавечую стадыю са з’яўленнем і эвалюцыяй *чалавекападобных малпаў* (магчыма, каля 15 млн гадоў таму – каля 9 млн гадоў таму). Пачаткам пераходнага перыяду можна лічыць набыццё гамінідамі здольнасці да прамахаджэння. (Варта адзначыць, што тэрмін “гамініды” па-рознаму вытлумачаецца ў навукавай літаратуры: часам у яго ўключаюцца толькі чалавечыя істоты [35, с.803], часам людзі і чалавекападобныя малпы [34, т.4, с.596].) Прамахаджэнне было засвоена імі ў прамежак часу ад 9 да 6 млн гадоў таму. У выніку эвалюцыі найбольш ранніх іх відаў (сахельантрапаў, ардыпітэкаў – назвы, звязаныя з месцамі, дзе былі знойдзены іх рэшткі) паўсталі *аўстраланітэкавыя* (ад лац. australis – *паўднёвы* і старажытнагр. pithēkos – *малпа*). Завяршаецца пераходная ступень узнікненнем *чалавека ўмелага* (homo habilis), які ў сваёй дзейнасці выразна выяўляе ўжо чалавечыя рысы, па будове мозга, аднак, стаіць бліжэй да малпаў, чым да чалавека сучаснага тыпу [34, т.4, с.595]. Варта адзначыць разам з тым, што напрыканцы пераходнага перыяду (каля 1,5 млн гадоў таму) суіснавалі розныя віды пераходных формаў ад малпы да чалавека і першабытных людзей. Станаўленне чалавека ва ўласным сэнсе (гаворка ідзе пра трэці перыяд) адбываецца на аснове віду *homo erectus* (у перакладзе з лац. – *чалавек выпрастаны*), у якім чалавечы пачатак дамінуе і ў плане працоўнай дзейнасці, і з нейрафізіялагічнага пункту гледжання.

Згодна з меркаваннем шэрагу даследчыкаў *homo erectus* эвалюцыянаваў у Еўропе ў *неандэртальца* (названага так паводле цясніны, якая месціцца ў Германіі, дзе быў знойдзены чэрап прадстаўніка гэтага віду), у той час як на аснове афрыканскіх яго папуляцый развіўся *чалавек сучаснага тыпу*.

<sup>107</sup> Такі падыход быў прапанаваны і развіты найперш у нямецкамоўнай філасофскай і навукавай літаратуры, прысвечанай дадзенай праблеме [34, т.4, с.595].

(У прысвечанай дадзенай праблеме літаратуры назіраецца тэндэнцыя пазначаць неандэртальца як *homo sapiens*, а чалавека сучаснага тыпу як *homo sapiens sapiens*, хоць часам гэта выклікае адмоўную рэакцыю – сучасны французскі біёлаг Ж.-М. Пельт, напрыклад, характарызуе як нахабства наданне прадстаўнікам нашага віду статусу двойчы разумных [71, с.95].) Неабходна адзначыць, што гіпотэзе, згодна з якой *сучасны чалавек з’явіўся у Афрыцы* (у перыяд ад 200 тыс. да 100 тыс. гадоў таму), супрацьстаіць *мультирэгіянальная гіпотэза*, прыхільнікі якой сцвярджаюць, што яго ўзнікненне адбывалася паралельна ў некалькіх рэгіёнах. Аднак генетычныя даследаванні пацвярджаюць хутчэй Out-of-Africa-тэорыю [35, с.843]. Пэўны час чалавек сучаснага тыпу суіснаваў з іншымі відамі (палеаантрапалагі знаходзяць у аддаленых рэгіёнах парэшткі прадстаўнікоў віду *homo erectus*, якія жылі прыкладна 50 тыс. гадоў таму). Зямля была заваявана, аднак, менавіта ім – чалавекам разумным (ці двойчы разумным), і ён застаўся апошнім жывым прадстаўніком роду *homo* [71, с.95].

Як ужо указвалася, у дачыненні да першапачатковых этапаў антрапасацыягенезу (як лічыць Ж.-М. Пельт [71, с.95], да ўзнікнення неандэртальца, а на думку сучаснага нямецкага філосафа-марксіста В. Янтцэна, да гома эрэктуса [34, т.3, с.373]) мы можам зыходзіць з дамінавання ў ім біялагічных фактараў. Агульнае іх бачанне вызначаецца пазіцыямі пэўнага даследчыка адносна эвалюцыйнага працэсу ў цэлым. У гэтым плане ў літаратуры прадстаўлены разнастайныя погляды (найперш, аднак, падкрэсліваецца фундаментальная роля ў станаўленні чалавека селектыўных і мутацыйных эвалюцыйных механізмаў [35, с.806–807]). Тым не менш не выклікае пытання ў даследчыкаў (пры ўсёй рознасці іх поглядаў) той факт, што вызначальнымі кірункамі ў біялагічным станаўленні чалавека былі ўзнікненне і дасканаленне *прамахаджэння, развіццё рукі* як органа працоўнай дзейнасці і *эвалюцыя мозга* (так званая “гамінідная трыяда”) [1, с.88]. Што да прамахаджэння, то яно было ўласціва ў поўнай ступені ўжо аўстралапітэкам (“аўстралапітэкі мелі добра збалансаваную артаградную паходку, і перасоўванне ў выпрастаным стане было для іх не менш звычайнай справай, чым для сучасных людзей” [1, с.89]). Цалкам развітую кісць (амаль ідэнтычную кісці сучаснага чалавека) меў неандэрталец [1, с.105]. Аб’ём яго мозга таксама быў

блізкі да адпаведных характарыстык сучаснага чалавека (у неандэртальца ён складаў каля  $1200\text{ см}^3$ , у людзей, што прэ-тэндуюць на статус двойчы разумных, – каля  $1400\text{ см}^3$  [51, с.46; 71, с.95–96]).

Варта адзначыць, што трансфармацыі, якія адбываліся на гэтых кірунках, зусім не былі пазбаўлены вострых праблем і драматычных калізій. Так, прамахаджэнне першапачаткова не было надта добрым набыткам для надзеленых ім, хутчэй за ўсё, праз выпадковую мутацыю прыматаў. Справа ў тым, што яны жылі ў трапічных лясах, а для жыцця ў падобных умовах яно было не надта карысным. Прамахаджэнне магло быць перавагай у саванах, але тыя былі непрыдатнымі для жыцця ў гэты час. Каля трох мільёнаў гадоў таму праз кліматычныя метамарфозы – дзякуючы пацяпленню – саваны змяніліся, і згаданыя прыматы атрымалі ў іх арэал для свайго самаразвіцця, у якім у іх не было вельмі шмат канкурэнтаў [51, с.45].

Гэтаксама і высокаразвіты ў выніку ўсёй чалавечай эвалюцыі мозг мог зрабіцца прычынай трагедыі нашага ўжо пасталелага віду: надта аб’ёмны, ён зрабіўся перашкодай пры нараджэнні дзіцяці. Таму дзеці людзей народжваюцца да канчатковага фарміравання эмбрыёна, яны народжваюцца абсалютна непрыстасаванымі да самастойнага жыцця і могуць выжыць толькі пры ўмове клопату бацькоў пра іх. Нягледзячы на мацярынскі клопат, шмат хто з малых не выжываў (толькі адзін індывід з трох дасягаў узросту палавой спеласці). Такім чынам, чалавек мог зрабіцца лёгкай здабычай натуральнага адбору. Гэты апошні, аднак, дзейнічаў не так хутка, і людзі змаглі выкарыстаць тыя магчымасці, якія даў ім развіты мозг [51, с.47].

На працягу ўсяго працэсу антрапасацыягенезу разам з чалавекам узнікалі і набіралі моц сацыякультурныя аспекты яго жыцця. Яны рабіліся ўсё больш важнымі фактарамі яго станаўлення. Якія з іх мелі пры гэтым найбольшае значэнне, застаецца прадметам дыскусій. Досыць няпросты характар мае і пытанне пра іх узаемадзеянне з біялагічнымі аспектамі антрапасацыягенезу. У канчатковым выніку яно ўзыходзіць да пытання пра ўзаемадзейненне біялагічнага і духоўнага ў чалавечай існасці ўвогуле.

#### 4.15.2. *Праблема суадносін біялагічнага і духоўнага ў чалавеку*

Пытанне пра суадносіны духоўнага і біялагічнага пачаткаў у чалавеку знаходзіць сваё канцэнтраванае выяўленне ў праблеме ўзаемадачынненняў душы і цела (свядомасці і мозга). Магутныя імпульсы для яе абмеркавання далі поспехі ў вывучэнні структуры і дзейнасці мозга, дасягнутыя сучаснай наукай. Пры гэтым важна падкрэсліць міждысцыплінарны характар адпаведных даследаванняў: нейрафізіялогія, нейраанатомія, нейрахімія, клінічная нейралогія, нейрапсіхалогія цесна звязаны паміж сабой і актыўна ўзаемадзейнічаюць у вывучэнні вышэйшай нервовай дзейнасці. Пачынаючы з 70-х гг. XX ст. згаданыя навукі выяўляюць усё больш інтэнсіўныя ўзаемасувязі з такімі дысцыплінамі і даследчымі кірункамі, як кагнітыўная псіхалогія, лінгвістыка, даследаванні штучнага інтэлекту, так што ў выніку ўзнікла новае міждысцыплінарнае ўтварэнне – *кагнітыўныя навукі* [67, с.615].

Акрамя таго, праблема суадносін свядомасці і мозга знаходзіцца на мяжы праблемных палёў навукі і філасофіі, і таму найлепшай опцыяй для плённага яе вывучэння было б цеснае супрацоўніцтва філосафа і (нейра)біёлага, яскравым прыкладам якога з’яўляюцца супольныя даследаванні К. Попера і Д. Эклса. У выніку згаданых даследаванняў узнікла *дуалістычна-інтэракцыянісцкая* канцэпцыя, якая адрозніваецца ад традыцыйных формаў дуалізму і паралелізму ў дадзеным пытанні прызнаннем таго, што “матэрыяльны свет мозга павінен быць адкрытым для духоўных уплываў” [40, с.105]. Згодна з яе строгім дуалістычным аспектам, аднак, “дух, які ўсведамляе сам сябе, разглядаецца як незалежнае ўтварэнне, як існаванне ў другім свеце, што мае пэўны рэчаісны стан, раўназначны таму, якім валодае мозг са сваім існаваннем у першым свеце” [40, с.105]. Пры гэтым самасвядомы дух “счытвае” наяўную ў актыўных цэнтрах мозга інфармацыю і стварае на яе аснове цэласную карціну рэчаіснасці, мэтанакіравана ўплываючы разам з тым на іх дзейнасць [40, с.105].

Дуалістычнаму падыходу да вырашэння дадзенай праблемы супрацьстаіць, відавочна, *маністычны* – і найперш *матэрыялістычны*, які зводзіць духоўныя феномены да функцыянавання вышэйшай нервовай сістэмы. У крайняй яго форме

(у так званым “элімінатыўным”<sup>108</sup> матэрыялізме”) мае месца імкненне надаць згаданаму звяззенню абсалютны характар і замяніць тыя моўныя выразы, у якіх фіксуюцца ментальныя працэсы, нейрафізіялагічнымі тэрмінамі [46, т.8, с.379]. Аднак, калі мы нават прызнаем праявы свядомасці тоеснымі працэсам, што адбываюцца ў мозгу, узнікае пытанне, як растлумачыць уласцівасць гэтых працэсаў фігураваць у якасці свядомага вопыту? [54, с.121] Адказ на яго (хоць досыць папулярны, але далёка не бясспрэчны) дае *функцыяналізм*, у якім ментальныя станы атаясамліваюцца з іх функцыямі ў межах усёй псіхафізіялагічнай сістэмы. Кожны з гэтых станаў звязаны функцыянальнымі сувязямі з узбуджэннем органаў пачуццяў, з пэўнай формай паводзін, з іншымі ментальнымі з’явамі і з’яўляецца тым, чым ён ёсць, менавіта дзякуючы сваёй уключанасці ў дадзеную функцыянальна арганізаваную цэласнасць [54, с.122].

Хоць у абсягу функцыяналізму не мае асаблівага значэння, на якім субстраце задзейнічаны ментальныя працэсы – духоўным ці матэрыяльным, – і па сваёй глыбокай сутнасці ён выступае як нейтральнае паміж дуалізмам і фізікалізмам (матэрыялістычным манізмам) вучэнне, тым не менш яго прадстаўнікі з’яўляюцца, як правіла, фізікалістамі, гэта значыць бачаць згаданы субстрат у мозгу, у вышэйшай нервовай сістэме [54, с.124].

*Рэдукцыянісцкі падыход* выяўляецца і на іншых кірунках вывучэння чалавека – напрыклад, пры даследаванні яго сацыяльных характарыстык і паводзін. Трэба адзначыць, што адпаведныя тэорыі выклікаюць палкія дыскусіі, у якіх на іх адрас часта гучыць вострая крытыка. У якасці яскравага прыкладу такой тэорыі (якая разгарнулася разам з тым у спецыяльную навуковую дысцыпліну) можа разглядацца *сацыябіялогія*, мэтай якой і з’яўляецца тлумачэнне сацыяльных паводзін праз іх біялагічны фундамент. Яе прадстаўнікі лічаць неабходным сінтэзаваць дзея гэтага ў рамках адной навукі шэраг навуковых дысцыплін – генетыку, эвалюцыйнае вучэнне, эталогію, экалогію, антрапалогію і сацыялогію [67, с.731]. У стратэгічным плане сацыябіялагічныя даследаванні скіраваны на звяззенне сацыяльных паводзін (у найшырэйшым значэнні гэтага выразу) да генетычных структур тых арганізмаў, для якіх яны характэрны (“генетычны рэдукцыянізм”) [46, т.9, с.1264–1265].

---

<sup>108</sup> Ад лац. *elimino* – *выдаляць, выганяць*.

Пры гэтым грунтоўнае значэнне надаецца дзеянню (у абсягу пэўных папуляцый) селектыўных механізмаў (як і ў сінтэтычнай тэорыі эвалюцыі). Становішча чалавека ў гэтым плане ніяк не вылучаецца, у яго сацыяльнасці не бачыцца нічога адметнага ў дачыненні да формаў калектыўнай арганізацыі іншых жывых істот [46, т.9, с.1264]. Уласцівыя сацыябіялогіі генетычны рэдукцыянізм і дэтэрмінізм, ігнараванне адметнага статусу чалавека ў сістэме жывога ў першую чаргу крытыкуюцца яе апанентамі. Пры гэтым яна часам падаецца як мадэрнізаваная версія сацыял-дарвінізму, рэліктавай “сцыентыскай ідэалогіі” [67, с.731].

Тым не менш як бы крытычна мы ні ставіліся да “біялагізатарскіх”, рэдукцыянісцкіх падстаў такіх тэарэтычных кірункаў, як сацыябіялогія, найбольш адэкватнай стратэгіяй абыходжання з імі з’яўляецца ўважлівае вывучэнне і крытычнае асэнсаванне дасягнутых у іх рамках вынікаў.

*Такім чынам, чалавечы быццё ў свеце не можа быць адэкватна апісана без ўдзелу прыродазнаўчых навук, бо ўсе яго вымярэнні (касмічнае, біялагічнае, духоўнае) цесна звязаны паміж сабой і уплываюць адно на адно.*

*Праблема ўзнікнення чалавека і грамадства набыла прыродазнаўчае гучанне дзякуючы распрацоўцы эвалюцыйнага вучэння. Класічная біялогія ў сваёй аргументацыі на карысць натуральнага, эвалюцыйнага паходжання чалавека магла абаперціся на набыткі параўнальнай фізіялогіі і анатоміі, але не мела ў сваім распараджэнні выкапнёвых знаходак. Сучасная навука мае магчымасць грунтаваць адпаведныя высновы на такіх знаходках. Істотнае значэнне ў арсенале яе метадычных сродкаў і аргументаў набылі ў дадзенай сувязі таксама пазнавальныя працэдуры і тэарэтычныя дасягненні генетыкі і малекулярнай біялогіі. У працэсе антрапасацыягенезу можна вылучыць тры асноўныя перыяды: перыяд дачалавечых формаў, пераходны перыяд і перыяд станаўлення сучаснага чалавека і грамадства, якое адбывалася на грунце хоць і прымітыўных, але чалавечых істот і структур.*

*Пытанне пра суадносіны духоўнага і біялагічнага пачаткаў у чалавеку знаходзіць канцэнтраванае выяўленне ў праблеме ўзаемадачынненняў свядомасці і мозга. Яе вырашэнне адбывалася на двух стратэгічных кірунках – дуалістычным і маністычным. Сучасная версія дуалістычнага падыходу прызнае*

незалежнае існаванне духоўных і нейрафізіялагічных феноменаў і разам з тым падкрэслівае актыўны ўплыў духа на дзейнасць мозга. У рамках маністычна-матэрыялістычнага падыходу духоўныя працэсы зводзяцца да функцыянавання вышэйшай нервовай сістэмы. У элімінатывізме згаданае звяззенне набывае татальны характар. У функцыяналізме ментальныя станы атаясамліваюцца з іх функцыямі у межах усёй псіхафізіялагічнай сістэмы. Рэдукцыянісцкі падыход прадстаўлены і на іншых кірунках вывучэння чалавека. Яскравым уваасабленнем такога падыходу з'яўляецца сацыябіялогія, тэорыя, якая разгарнулася ў спецыяльную дысцыпліну і якая імкнецца растлумачыць сацыяльныя паводзіны жывых істот на аснове іх біялагічных падстаў.

### Пытанні і заданні

1. Якія навуковыя дысцыпліны, на ваш погляд, павінны займацца праблемай антрапасацыягенезу? Як найлепшым чынам арганізаваць іх узаемадзеянне? Ці правамерна надаваць нейкай з іх галоўную ролю?

2. Як вы ставіцеся да характарыстыкі сучаснага чалавека як *homo sapiens sapiens*?

3. Вывучэнне антрапасацыягенезу можа грунтавацца (і грунтуецца) на розных светапоглядных, філасофскіх пазіцыях, у якіх у канчатковым выніку выяўляюцца пэўныя апазіцыі. Так, натуралістычнаму падыходу, у рамках якога чалавек разглядаецца як прадукт біялагічнай эвалюцыі (якой маглі паспрыяць фактары геафізічнага і касмічнага парадку), супрацьстаіць крэацыянісцкая канцэпцыя, паводле якой яго ўзнікненне мае звышнатуральны характар. Прапанаваная Ф. Энгельсам (1820–1895) працоўная канцэпцыя сутыкаецца з гульнёвай, якую імкнуўся абгрунтаваць галандскі гісторык культуры Ё. Хейзінга (1872–1945). Якія аргументы на карысць кожнай з іх маглі б прывесці вы? Якой з іх (ці, магчыма, нейкай іншай) вы аддаеце перавагу?

4. Якая з версій вырашэння псіхафізіялагічнай праблемы вам найбольш блізкая? Чаму?

5. Паспрабуйце сістэматызаваць аргументы на карысць і супраць тых тэарэтычных кірункаў, у межах якіх біялагічнаму ў чалавеку надаецца грунтоўнае, асноватворнае значэнне.

#### 4.16. Біяэтыка як міждысцыплінарны пазнавальны кірунак

Навуку твораць людзі, якія знаходзяцца ў пэўных стасунках паміж сабой, і гэтыя стасункі, натуральна, пэўным чынам рэгулююцца. У працэсе разгортвання навуковых даследаванняў быў выпрацаваны кодэкс маральных норм, якіх дзеячы навукі мусяць прытрымлівацца (інакш ім пагражае выключэнне з навуковай супольнасці, што, на жаль, мела месца ў рэальнасці [15, с.52]).

Імклівае развіццё навукі ў Найноўшы час, узмацненне яе ўплыву на вытворчасць – і на грамадскія, і на тэхналагічныя яе аспекты, – звязанае з імклівым развіццём эканомікі пагаршэнне экалагічнай сітуацыі, інтэнсіўнае прыцягненне набыткаў навуковага пошуку ў ваенную сферу, што выклікала з’яўленне зброі масавага знішчэння, з усёй актульнасцю паставіла пытанне пра сацыяльную адказнасць даследчыкаў, гэта значыць пытанне пра этыку і этас навукі. Пры гэтым маюцца на ўвазе не толькі і не столькі прафесійныя, скіраваныя на забеспячэнне прыстойных дачыненняў унутры навуковага цэху этычныя нормы і правілы.

Асабліва востра дадзенае пытанне закранае біялогію, паколькі яна мае справу з жыццём, з жывымі істотамі, з чалавекам. Таму пазнавальнае дачыненне мае тут спецыфічны, у пэўным сэнсе суб’ект-суб’ектны характар [56, с.27] і выяўляе іманентнае этычнае вымярэнне.

Неабходна адзначыць, што ў працэсе гістарычнага развіцця біялогіі і антрапалогіі неаднойчы мелі месца спробы выкарыстаць іх набыткі для *абгрунтавання сацыяльных стратэгий і праектаў з яўнай ці няяўнай ідэалагічнай падасновай* (напрыклад, расісцкай або каланіялісцкай). Найбольш вядомыя і адначасова найбольш агідныя з іх – еўгенічныя практыкі нацыстаў, якія выявіліся ў масавым знішчэнні прадстаўнікоў непаўнавартасных, як яны лічылі, народаў, у небяспечных эксперыментах, што праводзіліся з людзьмі, і да т.п. *Еўгеніка* – гэта даследаванне, якое мае на мэце знайсці і абгрунтаваць шляхі да паляпшэння генетычнага складу пэўных папуляцый. У гісторыі (і не толькі найноўшай) прапаноўваліся самыя розныя ідэі і праекты, скіраваныя на такое паляпшэнне. І яны стваралі ў найвышэйшай ступені спрыяльныя ўмовы для вострых этыч-

ных дыскусій – асабліва, калі гаворка ішла пра чалавека, пра людскія супольнасці, пра чалавецтва. Пры гэтым зусім неабавязкова, каб адпаведныя погляды і дзеянні мелі такі пачварны характар, як у выпадку фашысцкай тэорыі расавай чысціні і масавых здзекаў з вязняў канцэнтрацыйных лагераў.

Такім чынам, звязаныя з біялагічнымі даследаваннямі маральныя праблемы зусім не ігнараваліся ў працэсе духоўнага развіцця чалавецтва (і не маглі ігнаравацца праз згаданае вышэй неад’емнае этычнае вымярэнне гэтых даследаванняў). У 60–70-х гг. XX ст. яны набылі, аднак, асаблівую вастрыню і актуальнасць. Неабходна адзначыць, што ў гэты час грамадская цікавасць да біялогіі ўзмацняецца і ў далейшым узрастае надзвычай хуткімі тэмпамі. У навуковай літаратуры такі стан рэчаў тлумачыцца, па-першае, інтэнсіўнымі дэбатамі па экалагічных праблемах, якія, нягледзячы на іх міждысцыплінарны характар, выяўляюць найгрунтоўнейшы біялагічны складнік. Па-другое, падкрэсліваецца гіганцкі грамадскі рэзананас тэхнічнага ўжывання вынікаў біялагічных даследаванняў, што спарадзіла вялікія надзеі, але разам з тым і пэўны недавер, падазронасць і нават страх. Па-трэцяе, адзначаецца, што істотнае значэнне належыць у дадзенай сувязі найноўшым дасягненням нейрабіялогіі і вострым дыскусіям, што адбыліся ў яе абсягу ў апошні час [56, с. 11–13].

Моцны штуршок прысвечаныя біяэтычным праблемам дыскусіі атрымалі таксама праз шэраг абуральных афер, калі на людзях праводзіліся жорсткія, небяспечныя эксперыменты, калі, напрыклад, пажылым уведзіліся ракавыя клеткі без усялякай абароны арганізма (бруклінская афера) ці дзецям з запаволеным псіхічным развіццём прышчэпваўся вірус гепатыту В (афера Вілоўбрука) [26, с. 116].

Дасягнутыя на гэты час поспехі ў галіне генетыкі стварылі спрыяльныя ўмовы для ажыўлення і пашырэння неаеўгенічных кірункаў, а з імі і вострых этычных дэбатаў. У такой сітуацыі усё большая колькасць даследчыкаў пачала прызнаваць магчымым і мэтазгодным ужыванне “метадаў геннай інжынерыі дзеля рэканструкцыі генатыпа чалавека” [16, с.237]. У гэтых варунках мелі месца нават спробы здзяйснення неаеўгенічных праектаў. Так, амерыканскі бізнесмен Р. Грэм стварыў банк для захоўвання “высокаякаснай” спермы і знайшоў жанчын, якія пагадзіліся ўдзельнічаць у стварэнні “звышлюдзей” [16, с.234].

Неабходна падкрэсліць таксама, што бурная, рэвалюцыйная атмасфера 60-х гг. мінулага стагоддзя была надзвычай спрыяльнай для крытычнага асэнсавання сацыяльнай рэчаіснасці і ў гэтым рэчышчы для ўзнікнення новых напрамкаў этычнага аналізу (біяэтычны дыкурс здольны асіміляваць сацыяльна-крытычныя стратэгіі і інтэнцыі, выкарыстоўваючы пры гэтым такія канцэпты, як, напрыклад, “біяўлада”, гэта значыць улада, што распаўсюджваецца на ўсё насельніцтва і выступае як кантроль нараджальнасці, смяротнасці, аховы здароўя і да т. п., – канцэпт, прапанаваны М. Фуко) [26, с.116].

У такіх умовах і адбылося нараджэнне *біяэтыкі як міждысцыплінарнага кірунку навуковых даследаванняў*: надта складаны характар набылі маральныя праблемы, звязаныя з вывучэннем жыцця і жывога. Запатрабаванасць такога кірунку яскрава засведчыла яго хуткая, дынамічная інстытуцыялізацыя: паўстаюць афіцыйныя і неафіцыйныя даследчыя і кансультатыўныя ўстановы, якія аб’ядноўваюць прадстаўнікоў розных навуковых дысцыплін і грамадскіх сфер, зацікаўленых этычнымі праблемамі біялогіі і медыцыны (этычныя камітэты пры бальніцах, органах кіравання рознага ўзроўню ў ЗША, знакаміты Гастынгс Цэнтр, які быў створаны ў канцы 60-х гг. XX ст. дзеля прыцягнення шырокага кола спецыялістаў да правядзення біяэтычных даследаванняў і г.д.). Адзначым таксама, што нованароджаны духоўны феномен хутка знайшоў і замацаваў за сабой адэкватнае імя: упершыню ўжыты яшчэ ў 20-х гг., застаўшыся ў той час, аднак, незаўважаным, тэрмін “біяэтыка” быў нанова ўведзены ў 1970 г. [55, с.356] і імкліва набыў шырокую папулярнасць. Пры гэтым ні ў якім разе нельга пакінуць па-за ўвагай падкрэслены вышэй міждысцыплінарны характар дадзенага пазнавальнага кірунку: інакш можа паўстаць памылковае ўражанне, нібыта гаворка вядзецца пра навуковую дысцыпліну ў традыцыйным сэнсе слова.

Указанні на міждысцыплінарную прыроду біяэтыкі, аднак, зусім недастаткова для разумення яе існасці. Для гэтага неабходна ясна ўсвядоміць незвычайную маштабнасць сінтэзу, у выніку якога яна ўзнікла і які яна мусіць здзяйсняць зноў і зноў у новых формах і на новых напрамках у працэсе свайго развіцця. Сапраўды, у ёй спалучаюцца тэарэтычныя і практычныя, ужытковыя аспекты; філасофія (і не толькі этыка, але таксама філасофская антрапалогія і нават метафізіка) уступае ў яе абсягу ў дыялог з прыродазнаўствам, з біялогіяй, медыцына –

з тэалогіяй, а маральныя пошукі знаходзяць шматлікія кропкі судакранання з палітыкай і правам. У такіх умовах рознасць меркаванняў, поглядаў і падыходаў да адпаведных пытанняў выступае, з аднаго боку, як нармальная з’ява, а з іншага – як грунтоўная праблема, бо біяэтычныя пытанні патрабуюць ясных, адназначных адказаў, што павінны паслужыць асновай для палітычных рашэнняў і заканадаўчых актаў. Гэта азначае, што мэты і задачы біяэтычнага дыскурсу вымушаюць яго ўдзельнікаў да пошуку кансэнсусу, да выразнага выяўлення аб’яднальных прынцыпаў (ролю якіх могуць выканаць міжнародныя дакументы ў галіне правоў чалавека).

Той момант, што біяэтыка прасякнута духам дыскусійнасці, знаходзіць сваё ўвасабленне і ў неакрэсленасці меж яе праблемнага поля: розным навукоўцам яны бачацца і праводзяцца імі па-рознаму. Хоць непасрэдным грунтам, на якім узнік біяэтычны дыскурс, з’яўляецца медыцына [26, с.115], для шматкаго з даследчыкаў (але не для ўсіх) яго праблематыка выходзіць за межы апошняй, ахоплівае ўсю сукупнасць жывога і распаўсюджваецца нават на дачыненні чалавека і біясферы, якая ўключае ў сябе ў якасці кампанента і нежывую матэрыю. У сувязі з гэтым у абсягу біяэтыкі можна вылучыць антрапацэнтрычны, патацэнтрычны (скіраваны на здольныя да адчування жывыя істоты), біяцэнтрычны і фізіяцэнтрычны (той, што арыентуецца на прыроду ў цэлым) падыходы [56, с. 206]. Відавочна, што іх распрацоўка была падрыхтавана шматвекавым развіццём філасофіі і этыкі (тут можна прыгадаць характэрны для індыйскай філасофскай культуры прынцып ненанясення шкоды жывому – “ахімсы”, – асабліва яскрава выяўлены ў этыцы джайнізму, патацэнтрычную этыку А. Шапенгаўэра, тэзу К. Маркса пра прыроду як неарганічнае цела чалавека, пагрунтаваную на прынцыпе глыбокай пашаны да жыцця этыку А. Швейцэра). Але і ў гістарычным развіцці біялогіі існавалі традыцыі, што спрыялі іх узнікненню: К. Кёхі ўказвае, напрыклад, на факт катэгарычнага адхілення эксперыментаў з жывёламі біёлагамі-рамантыкамі [56, с.211].

Па сутнасці наяўныя ў абсягу біяэтыкі парадыгматычныя падыходы цесна звязаны паміж сабой. Галоўная роля належыць пры гэтым антрапацэнтрычнаму прынцыпу: найважнейшым прадметам, праблемай, задачай і мэтай біяэтычных даследаванняў (як і этычных пошукаў увогуле) з’яўляецца чалавек. Патацэнтрычны, біяцэнтрычны і фізіяцэнтрычны падыходы

канкрэтызуюць і дапаўняюць яго, бо праз дачыненні да жывёл, да жывых істот, да прыроды ўвогуле чалавек дачыняецца ў канчатковым выніку да самога сябе, да іншых людзей, да будучых пакаленняў.

Цесна звязаны паміж сабой і тыя комплексы грунтоўных праблем, што можна вылучыць у абсягу біяэтычных даследаванняў. Гаворка павінна ісці тут, па-першае, пра маральныя праблемы, якія паўстаюць у сувязі з інтэнсіўным развіццём біятэхналогій (геннай інжынерыі і геннай тэрапіі, кланавання і інш.) і выступаюць разам з тым як кампанент шырокага кола складаных этычных пытанняў, што датычаць сучаснай медыцыны (пытанні адносна эўтаназіі, абортаў, сурагатнага мацярынства і інш.); па-другое, пра праблематыку, звязаную з дачыненнямі паміж чалавекам і жывёлам (пытанні адносна магчымага этычнага статусу жывых істот, уцягнутых у сферу чалавечай практычнай і пазнавальнай дзейнасці, адносна эксперыментаў з жывёлам і г.д.); па-трэцяе, пра праблемы, што датычаць этычных аспектаў узаемадзеяння чалавека і навакольнага свету (праблема каштоўнасці натуральнага асяроддзя, яго значэння ў кантэксце сістэмы маральных дачыненняў паміж людзьмі і інш.).

Актыўнае выкарыстанне біятэхналогій спарадзіла ў найвышэйшай ступені складаную, супярэчлівую сітуацыю: з аднаго боку, яно ўжо прыносіць вялікую карысць (у плане лячэння спадчынных хвароб, стварэння эфектыўных лекаў, прадуктаў харчавання і г. д.) і надзвычай шмат абяцае, а з іншага – выклікае пачуццё няўпэўненасці, трывогі і нават страху, бо чалавек асмельваецца ўмяшацца ў надта далікатную сферу, дзе кожны памылковы крок можа мець трагічныя наступствы. У сувязі з тымі практыкамі, што падаюцца асабліва рызыкаўнымі (звязанымі з рэалізацыяй трансгенічных праектаў, напрыклад), увогуле гучыць пытанне, ці не пераходзіць чалавек мяжу, што падзяляе чалавечае і Боскае. Трансгенічныя працэдуры, аднак, забаронена ўжываць у дачыненні да чалавека. А вось выдзяленне і даследаванне чалавечых эмбрыянальных ствалавых клетак дазваляецца – з большымі ці меншымі абмежаваннямі ў розных краінах. Эмбрыянальныя ствалавыя клеткі здабываюцца з зародкаў, атрыманых праз штучнае апладненне і не выкарыстаных па іх прызначэнні. Дадзеная працэдура суправаджаецца разбурэннем эмбрыёнаў, што выклікае надзвычай вострыя этычныя дэбаты. Чалавецтва сапраўды сутыкаецца тут з грун-

тоўнай праблемай, істотным аспектам якой з'яўляецца пытанне, дзе і калі пачынаецца чалавек. Той, хто не прымае такіх практык, даводзіць, што аплодненая яйцаклетка ўжо з'яўляецца чалавекам і патрабуе адпаведнага абыходжання.

Расшыфроўка генома чалавека, яго інтэнсіўнае вывучэнне здзяйсняецца дзеля высокародных пазнавальных і практычных мэт. Яно з'яўляецца грунтоўнай перадумовай ранняй дыягностыкі і лячэння шмат якіх чалавечых хвароб. Разам з тым у грамадстве ўжо зараз адчуваецца апаска, ці не зробіцца вынікі вывучэння геномаў паасобных людзей падставай для ўзнікнення новых грамадскіх падзелаў і новых формаў дыскрымінацыі. І на самай справе, калі інфармацыя адносна людзей з выяўленымі ў працэсе згаданага вывучэння геннымі адхіленнямі патрапіць у рукі кіраўнікоў прадпрыемстваў, фірмаў ці страхавых агенцтваў, яны, трэба меркаваць, будуць ставіцца да такіх людзей падазрона і наўрад ці пагодзяцца наймаць іх на працу або падпісаць з імі страхавую дамову.

Неабходна адзначыць таксама, што ў выпадку масавай праверкі чалавечых геномаў могуць пашырацца і ўзмацняцца праявы нецярпімасці да хворых людзей. Калі яны ведалі пра ўласцівую ім схільнасць да захворвання і не пагадзіліся з тых ці іншых прычын на генную тэрапію, дык ці не будзе ўскладацца на іх адказнасць пры яго ўзнікненні, ці не будуць абвінавачвацца яны ў сваіх фізічных недахопах? У пэўным сэнсе насуперак гэтаму, аднак, у дадзенай сувязі гучыць пытанне, ці мае пэўны індывід права дапусціць медыцынскае ўмяшальніцтва ў такую далікатную сферу свайго арганізма, як геном, ці мае права цалкам і поўнасьцю распараджацца ім? Сапраўды, калі гены перадаюцца ад пакалення да пакалення, дык ці з'яўляецца чалавек поўным і адзіным уласнікам свайго генома?

Цэлы шэраг этычных праблем паўстае ў сувязі з генетычнай дыягностыкай і кансультаваннем. Наколькі і як магчыма забяспечыць аўтаномію людзей, якія маюць патрэбу ў кансультацыі, пры прыняцці рэпрадуктыўнага рашэння? Сітуацыя ўскладняецца тым, што ў дадзеным выпадку кансультуецца, як правіла, не паасобны індывід, а сям'я. Як павінен у такіх умовах здзяйсняцца прынцып канфідэнцыяльнасці, асабліва ў сітуацыі, калі адпаведная інфармацыя можа негатыўна паўплываць на будучыню адпаведнай сям'і?

Калі весці гаворку пра практыкі сучаснай біялогіі, якія найчасцей аспрэчваюцца і адхіляюцца з маральных меркаванняў,

дык адразу ўзгадваецца кланаванне. Негатыўны яго імідж у грамадскай свядомасці шмат у чым абумоўлены мастацкай і публіцыстычнай апрацоўкай тэмы “Рэпрадуктыўнае кланаванне людзей”. Пасля таго як напачатку 1997 г. была скланавана авечка Долі, прывід чалавечага кланавання заблукаў па свеце, выклікаючы ў асноўным непрыняцце і абурэнне. Шмат хто з біёлагаў даводзіць, аднак, пра неабходнасць адрозніваць у дадзеным кантэксце паспяховыя і надзвычай перспектыўныя біялагічныя працэдуры і магчымае злоўжыванне імі ў таталітарна ўладкаваным грамадстве [67, с.183–184]. Пры гэтым выказваецца таксама патрабаванне ў найвышэйшай ступені ўзважанага стаўлення да згаданага феномена. Нават на рэпрадуктыўнае кланаванне людзей не павінна накладатца апрыйёрнае табу, бо могуць быць сітуацыі, у якіх адпаведныя забароны зусім не выглядаюць абсалютна апраўданымі (напрыклад, у выпадку бяздзетнасці індывідаў, ва ўмовах, калі дзіця раптоўна памерла ці смяротна хворае і да т.п.) [67, с.185].

Сярод біяэтычных пытанняў асаблівае месца займаюць тыя, што маюць дачыненне да праблемы жыцця і смерці. Прысвечаныя ім дыскусіі маюць найвастрэйшы характар, эмоцыям належыць у гэтых дыскусіях заўжды не меншае месца, чым аргументам, дасягненне грамадскага кансэнсусу па іх выглядае вельмі і вельмі праблематычным. Жыццё (і жыццё ўвогуле, і жыццё чалавека) непарыўна звязана са сваёй супрацьлегласцю, са смерцю. І калі чалавек мае права годна і прыгожа жыць у гэтым свеце, дык яму павінен быць гарантаваны і годны зыход з яго.

Прагрэс сучаснай медыцыны дазваляе выратаваць чалавечае жыццё ў надзвычай складаных выпадках, не заўжды забяспечваючы пры гэтым, на жаль, адпаведную ідэалу чалавечай годнасці яго якасць. У сувязі з гэтым паўстала праблема *эўтаназіі*, гэта значыцца спынення пакут безнадзейна хворага чалавека пры дапамозе медыцынскага ўмяшальніцтва (актыўная эўтаназія) або неўмяшальніцтва (пасіўная эўтаназія)<sup>109</sup>. Яе прыхільнікі падкрэсліваюць права выбару, якое мае хворы чалавек, цяжар пакут і дэмаралізацыю, дэгуманізацыю асобы, што цягнуць за сабой шмат якія хваробы. Іх апаненты сцвярджаюць, што легалізацыя эўтаназіі выкліча ў перспектыве небяспечны пералом у свядомасці чалавецтва, да найвышэйшых духоўных

<sup>109</sup> Шмат хто з даследчыкаў даводзіць пра неправамернасць раздзялення эўтаназіі на пасіўную і актыўную на той падставе, што адсутнасць пэўных дзеянняў можа быць кваліфікавана як дзеянне [27, с.260–261].

дасягненняў якога якраз і належыць уяўленне пра чалавека і яго жыццё як пра найвышэйшую каштоўнасць. Яны ўказваюць таксама на імаверныя памылкі ў дыягностыцы, на магчымасць хуткага з'яўлення новых лекавых прэпаратаў, што дазваляць вылечыць хворага чалавека. У адпаведных дыскусіях прыводзяцца і іншыя аргументы, якія, аднак, найчасцей не ўспрымаюцца супрацьлеглым бокам як пераканаўчыя (што мае месца, зрэшты, і пры абмеркаванні праблемы абортаў, якія абрываюць ненароджанае яшчэ жыццё).

Што да біяэтычных падыходаў, у якіх тэматызаваліся дачыненні чалавека да жывой і нежывой прыроды, то іх распрацоўка стымулявалася і тымі калізіямі, што паўсталі ў разгортванні згаданых дачыненняў (іх яскравым увасабленнем з'яўляецца экалагічны крызіс), і развіццём біялагічнай навукі. І дарвінаўскае вучэнне, і іншыя біялагічныя тэорыі пераканаўча паказалі глыбокае адзінства чалавека з астатнімі жывымі істотамі, што праблематызуе яго стаўленне да іх і змушае яшчэ і яшчэ раз прадумаць і пераасэнсаваць аргументы, якімі ён абгрунтоўваў сваё вяршэнства над імі.

Такім чынам, пазнавальнае дачыненне ў галіне біялогіі мае спецыфічны, у пэўным сэнсе суб'ект-суб'ектны характар і выяўляе іманентнае этычнае вымярэнне. У 60–70-х гг. XX ст. звязаныя з біялагічнымі даследаваннямі маральныя праблемы набылі асабліваю актуальнасць, што абумовіла ў выніку з'яўленне біяэтыкі як міждысцыплінарнага кірунку навуковых даследаванняў. Каласальная складанасць біяэтычных праблем паспрыяла распрацоўцы розных даследчых стратэгий, падыходаў і поглядаў, выклікала да жыцця вострыя дыскусіі і запатрабавала разам з тым грамадскай згоды, выяўлення аб'яднальных прынцыпаў, на ролю якіх могуць прэтэндаваць міжнародныя дакументы ў галіне правоў чалавека.

Наяўныя ў абсягу біяэтыкі парадыгматычныя падыходы (антрапацэнтрычны, патацэнтрычны, біяцэнтрычны і фізіяцэнтрычны) цесна звязаны паміж сабой. Галоўная роля належыць пры гэтым антрапацэнтрычнаму падыходу. Грунтоўныя біяэтычныя праблемы групуюцца ў тры асноўныя комплексы: па-першае, маральныя праблемы, звязаныя з прагрэсам медыцыны, істотным кампанентам якіх з'яўляюцца этычныя калізіі, выкліканыя да жыцця інтэнсіўным развіццём біятэхналогій; па-другое, праблемы маральнага парадку, што ўзнікаюць у кантэксце дачыненняў паміж чалавекам і жывёламі; па-

*трэцяе, праблемы, што датычаць этычных аспектаў узаемадзеяння чалавека і навакольнага свету. Хоць адпаведныя пытанні востра дыскусуюцца ў грамадстве, адназначных агульнапрымальных адказаў яны не знайшлі, што ўказвае на неабходнасць інтэнсіфікацыі біяэтычных пошукаў.*

#### Пытанні і заданні

1. У тэксце параграфа пастаўлена шмат пытанняў. Паспрабуйце вырацаваць уласныя аргументаваныя адказы на іх.

2. Паспрабуйце спрагназаваць развіццё стасункаў біяэтыкі і біялогіі ў бліжэйшай і больш аддаленай будучыні. Якія тэндэнцыі ў іх вы лічыце найбольш пажаданымі і якія працэсы будуць, на ваша меркаванне, дамінаваць у сапраўднасці?

3. Наколькі правамерна, на вашу думку, пашыраць дзеянне маральных прынцыпаў на жывёл, жывое ўвогуле і нават па-за яго межы – на нежывую прыроду?

4. Як вы мяркуеце, што стаіць за выразамі “добраахвотная эўтаназія” і “недобраахвотная эўтаназія”?

#### 4.17. Вучэнне пра самаарганізацыю

*Самаарганізацыя – гэта працэс, у выніку якога павышаецца ўзровень арганізаванасці, упарадкаванасці адпаведнай сістэмы. Пры вывучэнні такіх працэсаў увага навукоўцаў засяроджваецца найперш на механізмах і характары структураўтварэння ў залежнасці ад пачатковых умоў, на законах, што выяўляюцца пры ўпарадкаванні матэрыяльных сістэм, пры пераадоленні пэўнымі сегментамі матэрыі ўласцівага ім хаатычнага стану.*

Філасофскія падставы для аналізу працэсаў самаарганізацыі распрацоўваліся найперш ва ўсходнім мысленні. Аднак і заходняя філасофская традыцыя сказала тут сваё слова. У першую чаргу ў нямецкім класічным ідэалізме былі выказаны ідэі, надзвычай важныя і плённыя ў гэтым кантэксце. Так, Шэлінг у сваёй натурфіласофскай канцэпцыі разглядае прыроду як цэлае, якому найістотнейшым чынам уласціва самаарганізацыя, якая выклікаецца “барацьбой” дзвюх яе супрацьлеглых тэндэнцый – скіраванасцю ў бясконцае і супрацьдзеяннем ёй, якое імкнецца павярнуць прыроду і яе прычыннасць да самой сябе [46, т.9, с.510].

Важнай перадумовай інтэнсіўнага і паспяховага даследавання працэсаў самаарганізацыі з’явілася таксама развіццё сістэм-

нага мыслення, сістэмнай філасофіі ў навуцы ХХ ст. Распрацаваная пасля Другой сусветнай вайны *ўсеагульная тэорыя сістэм* мела на мэце выяўленне ўніверсальных характарыстык фізічных, хімічных, біялагічных і грамадскіх сістэмных утварэнняў. Вялікае значэнне ў гэтым плане мелі даследаванні аўстрыйскага біёлага Л. фон Берталанфі (1901–1972), які яшчэ ў 30-х гг. зрабіў першыя крокі да яе распрацоўкі. Берталанфі ўзняўся да разумення жывой істоты як адкрытай сістэмы, адкрытай для інтэнсіўнага ўзаемадзеяння з навакольным асяродкам. Для адэкватнага апісання такога кшталту ўтварэнняў вялікае значэнне мусіць мець паняцце дынамічнай, зменлівай раўнавагі (яшчэ да Берталанфі яно выкарыстоўвалася В. Оствальдам) [46, т.10, с.860].

У адкрытых сістэмах асаблівае значэнне набываюць механізмы рэгулявання тых працэсаў, што ў іх адбываюцца. З неабходнасці тэарэтычнага апісання дадзеных механізмаў паўстала *кібернетика* (якую можна вызначыць як фармальную тэорыю рэгулявання дынамічных сістэм [40, с.183]) з яе грунтоўнай ідэяй, ідэяй зваротнай сувязі. Праўда, выбудаваная на прынцыпах кібернетыкі тэорыя сістэм мела на мэце найперш вывучэнне працэсаў, скіраваных на захаванне існай структуры праз перапрацоўку знешніх уздзеянняў, і таму знайшла найбольш эфектыўны ўжытак у сферы тэхнікі. Тым не менш яна паспрыяла выяўленню спецыфікі адкрытых складаных сістэм, якім уласціва самарэгуляцыя і яскравым прыкладам якіх з'яўляюцца жывыя істоты [46, т.10, с.860].

У навуковай літаратуры вылучаюцца два тыпы працэсаў самаарганізацыі: кансерватыўны і дысіпатыўны [40, с.335; 46, т.9, с.510]. *Кансерватыўная самаарганізацыя* мае месца ў тым выпадку, калі задзейнічаная ў яе рамках дынаміка скіравана на ўтварэнне раўнаважных структур. Прыкладамі такіх працэсаў з'яўляюцца ўтварэнне ядраў атамаў (праз задзейнічанне моцных узаемадзеянняў), малекул (праз электрамагнітныя ўзаемадзеянні), галактык (праз сілы гравітацыі). Значыць, сістэмы, якім уласціва кансерватыўная самаарганізацыя, характарызуюцца скіраванасцю на захаванне сваёй структуры. А вось калі сістэмы эвалюцыянуюць, гэта значыць калі ў іх адбываецца няспыннае структураўтварэнне, то ў такім выпадку назіраецца *дысіпатыўны* яе тып. У якасці прыкладаў такіх сістэм могуць фігураваць далёкія ад раўнавагі фізічна-хімічныя сістэмы, жывыя істоты (якраз у дачыненні да іх тэрмін “самаарга-

нізацыя” быў, мяркуючы па ўсім, упершыню ўжыты ў філасофскім кантэксте [46, т.9, с.510]), сацыякультурныя ўтварэнні.

Вырашальныя падзеі ў кантэксте сцвярджэння ідэі самаарганізацыі ў сучаснай навуцы адбыліся ў 60-х гг. XX ст. менавіта дзякуючы вывучэнню дысіпатыўных працэсаў. Немалаважнае значэнне мелі пры гэтым даследаванні І. Прыгожына і яго супрацоўнікаў (Брусельская школа), а таксама працы нямецкага фізіка Г. Хакена. У цэнтры ўвагі прадстаўнікоў Брусельскай школы знаходзіліся працэсы самаарганізацыі ў *адкрытых сістэмах, далёкіх ад тэрмадынамічнай раўнавагі*. І. Прыгожын прыйшоў да высновы, што ў паводзінах такіх сістэм і ў такіх умовах найгрунтоўнейшая роля належыць флуктуацыям (адхіленням ад пэўнага “сярэдняга” стану). Магчыма, што некаторыя з іх узмацняцца і “ахопяць усю сістэму, вымушаючы яе эвалюцыянаваць да новага рэжыму, вельмі далёкага ад стацыянарных станаў, якія адпавядаюць мінімальнаму прадуктаванню энтрапіі” [75, с.140–141].

Тое, што вырашальнае значэнне для будучыні адкрытай і далёкай ад раўнаважнага стану сістэмы набываюць менавіта флуктуацыі (пэўныя з іх), а не сярэднія значэнні яе параметраў, выяўляецца ў яе паводзінах, калі яна знаходзіцца паблізу *кропкі біфуркацыі*. Справа ў тым, што ў “біфуркацыйных” варунках перад сістэмай адкрываюцца розныя магчымасці для далейшай эвалюцыі [75, с.169–170]. Які з магчымых шляхоў будзе ёй абраны, папярэдне вызначыць немагчыма, бо тут якраз і выконвае пэўная з выпадковых флуктуацый сваю ўпарадкавальную місію (“парадак праз флуктуацыю” – так быў названы І. Прыгожыным прынцып падобнага структураўтварэння) [75, с.177]. Відавочна, такім чынам, што эвалюцыя адпаведных сістэм мае нелінейны, адкрыты і незваротны характар (абагульнена яго можна назваць біфуркацыйным). У сувязі з гэтым найістотнейшае значэнне пры іх апісанні набывае тэмпаральны аспект (адбываецца, калі выкарыстаць выраз І. Прыгожына, “пераадкрыццё часу” [11; 75, с.XXVIII]).

Важнае месца ў вывучэнні працэсаў самаарганізацыі і самаўпарадкавання займаюць, як указвалася вышэй, і даследаванні Г. Хакена. У 1969 г. ім быў уведзены тэрмін “*сінергетыка*”<sup>110</sup> (ад старажытнагр. *synergeia* – *супольная дзейнасць*), што меў на

<sup>110</sup> Увогуле дадзены тэрмін ужываўся і да Г. Хакена ў XIX і XX стст. – у медыцыне, нейрафізіялогіі, псіхалогіі і інш. На новае яго ўвядзенне нямецкім фізікам гэты ўжытак, аднак, непасрэдным чынам не паўплываў [46, т.10, с.782–783].

мэце абазначыць міждысцыплінарны кірунак навуковых пошукаў, засяроджаных на паводзінах складаных, адкрытых сістэм, у якіх адбываюцца згаданыя працэсы. Зыходным пунктам для распрацоўкі сінергетычнага вучэння паслужыла даследаванне фазавых пераходаў, што адбываюцца ў складзеных з мноства часцінак фізічных сістэмах як вынік кааператыўных паводзін іх шматлікіх элементаў. Пры гэтым кааператыўныя паводзіны кампанентаў адпаведнай сістэмы разглядаюцца як абумоўленыя яе нестабільным станам. У якасці істотных характарыстык сінергетычных працэсаў падаюцца таксама наяўнасць упарадкавальнага параметра і падпарадкаванне пэўнай групай элементаў сістэмы яе іншых складовых частак (“прынцып заняволена” [34, т.4, с.253].

На постсавецкай прасторы ідэя самаарганізацыі выступіла як аснова для канцэпцыі *глабальнага* (ці ўніверсальнага) *эвалюцыянізму* (М.М. Маісееў, В.С. Сцёпін). Вялікае значэнне ў дадзенай канцэпцыі мае сістэмны падыход, уяўленне пра свет як пра глабальную сістэму (“гіпотэза пра суперсістэму”) [8, с.5]. Згаданае ўяўленне, а таксама той момант, што складаныя сістэмы значна больш уразлівыя, чым простыя і прымітыўныя, набылі ў ёй статус рэгулятыўнага прынцыпу. Паколькі Сусвет уяўляе сабой цэласнае ўтварэнне, падсістэмы якога цесна звязаны паміж сабой, чалавек і чалавецтва як надзвычай актыўны, уплывовы і дынамічны фактар яго эвалюцыі мусіць усвядоміць сваю адказнасць за яго лёс (а таму і за сваю ўласную будучыню). Найперш людзі павінны адказна паставіцца да іх стасункаў з біясферай і не дапусціць яе татальнай дэстабілізацыі. Справа ў тым, што ў такім стане ў яе абсягу будуць з неабходнасцю задзейнічаны біфуркацыйныя эвалюцыйныя механізмы, у выніку чаго біясфера можа рэарганізавацца самым нечаканым чынам. Магчыма, што ў гэтым новым яе стане месца для чалавека ў ёй ужо не будзе [8, с.8]. Адсюль вынікае неабходнасць кааператыўных паводзін людзей, здольных гарманізаваць іх узаемадзеянне з навакольным асяроддзем [8, с.12], і іх вывядзення на новы – сапраўды наасферны – узровень [8, с.17–18]. Гэта, безумоўна, складаная і важная задача, і тое, што яна ставіцца перад чалавецтвам, належыць да самых важкіх заслуг канцэпцыі ўніверсальнага эвалюцыянізму.

*Такім чынам, сутнасцю працэсаў самаарганізацыі з’яўляецца павышэнне ўзроўню ўпарадкаванасці тых сістэм, у якіх яны адбываюцца. Важнай перадумовай інтэнсіўнага і паспяховага*

даследавання працэсаў самаарганізацыі з'явілася развіццё сістэмнага мыслення ў навуцы XX ст. У гэтым плане неабходна найперш адзначыць распрацоўку ўсеагульнай тэорыі сістэм і кібернетыкі. У навуковай літаратуры вылучаюцца два тыпы працэсаў самаарганізацыі: кансерватыўны (у выніку ўтвараюцца раўнаважныя, стабільныя структуры) і дысіпатыўны (адпаведныя сістэмы няспынна эвалюцыянуюць, знаходзяцца ў стане інтэнсіўнага структураўтварэння). У 60-х гг. XX ст. дзякуючы вывучэнню дысіпатыўных працэсаў ідэя самаарганізацыі трывала замацавалася ў абсягу сучаснай навукі. Істотнае значэнне мелі пры гэтым працы прадстаўнікоў Брусельскай школы, засяроджаных на вывучэнні далёкіх ад тэрмадынамічнай раўнавагі адкрытых сістэм, і даследаванні нямецкага фізіка Г. Хакена, прысвечаныя самаарганізацыі ў складзеных з мноства часцінак фізічных сістэмах у выніку кааператыўных паводзін іх элементаў. На постсавецкай прасторы ідэя самаарганізацыі выступіла як аснова для канцэпцыі глабальнага (універсальнага) эвалюцыянізму. Значэнне дадзенай канцэпцыі ў тым, што яна заклікае чалавецтва да адказных, узважаных, разумных паводзін у цэласным, сістэмна арганізаваным Сусвеце.

#### Пытанні і заданні

1. Якое месца ў Сусвеце, на вашу думку, займаюць дысіпатыўная і кансерватыўная самаарганізацыя? Як яны суадносяцца паміж сабой?

2. Наколькі слушным з'яўляецца, на ваша меркаванне, разгляд прапанаванай Т.Кунам тэарэтычнай рэканструкцыі развіцця навуковага пазнання (гл. 2.1) у кантэксце вучэння пра самаарганізацыю? З якім тыпам самаарганізацыі можна суаднесці перыяд нармальнай навукі і з якім – крызісную сітуацыю ў ёй і яе рэвалюцыйныя пераўтварэнні?

3. Як вы растлумачыце той момант, што вучэнне пра самаарганізацыю набыло міждысцыплінарны характар?

4. У параграфе 1.2 адзначаецца, што вучэнне пра самаарганізацыю спрыяе распрацоўцы новага вобраза прыроды, здольнага паслужыць грунтам для адухатвораных стасункаў паміж чалавекам і прыродай. Прааналізуйце гэтыя сцвярджэнні на аснове матэрыялу, пададзенага ў параграфе 4.17.

## ЗАМЕСТ ЗАКЛЮЧЭННЯ

Якая будучыня чакае прыродазнаўчыя навукі? Калі ў філасофскіх і навуковых тэкстах аналізуецца дадзенае пытанне, то, з аднаго боку, узгадваецца шэраг грунтоўных праблем, што чакаюць свайго рашэння і, магчыма, знойдуць яго ў бліжэйшай будучыні, а з іншага – падаюцца развагі адносна меж навуковага пазнання рэчаіснасці [18, с.12–14; 77, с.515–519]. Гэты апошні момант мае, безумоўна, філасофскае, тэарэтычна-пазнавальнае вымярэнне і заканамерна выклікае пэўныя гістарычна-філасофскія асацыяцыі (са знакамітым кантаўскім пытаннем “што я магу ведаць?”).

Пры разглядзе адпаведнай праблематыкі ўвага засяроджваецца таксама на аспектах сацыяльнага і культурнага парадку, што маюць у дадзеным кантэксце надзвычай важнае значэнне. Наўрад ці хто будзе сумнявацца ў тым, што навуковае пазнанне не можа быць вычарпана праз дасягненне ўзроўню абсалютных ведаў, апошняй, сапраўднай тэорыі ўсяго. А вось сістэма грамадскіх інтарэсаў, маральныя забароны і эканамічныя магчымасці чалавецтва могуць і будуць акрэсліваць яго канкрэтна-гістарычныя межы ў будучыні, як яны робяць гэта зараз і рабілі заўжды. (Згаданы працэс мае, зрэшты, не толькі характар абмежавання навукова-даследчай дзейнасці, ён выступае разам з тым як умова яе магчымасці [77, с.517].)

Аднак у дачыненні да будучага развіцця навукі можна прагназаваць абвастэнне адпаведных калізій і праблем: яны будуць на парадак больш складанымі, чым у сучасных умовах (хоць і зараз іх ні ў якім разе нельга назваць простымі). Тым не менш чалавек абавязаны вырашыць іх – як на сучасным этапе сваёй гісторыі, так і ў будучыні. Кожны з нас можа паспрыяць згаданаму вырашэнню – у тым ліку і праз інтэнсіўнае вывучэнне прыродазнаўчых навук, а таксама звязаных з прыродазнаўчымі ведамі светапоглядных пытанняў.

## СПІС ВИКАРЫСТАНЫХ КРЫНІЦ

1. *Алексеев, В.П.* Становление человечества / В.П.Алексеев. – М. : Политиздат, 1984. – 462 с.
2. *Аристотель.* Сочинения : в 4 т. / Аристотель. – М. : Мысль, 1976. – Т. 1. – 550 с.
3. *Биографический* словарь деятелей естествознания и техники : в 2 т. / отв. ред. А.А.Зворыкин. – М. : Большая сов. энцикл., 1959. – Т. 2. – 467 с.
4. *Великие* преобразователи естествознания : Игорь Курчатов : тезисы докл. XXII Междунар. чтений. Минск, 27–28 нояб. 2008 г. – Минск : БГУИР, 2008. – 292 с.
5. *Ленін, У.І.* Матэрыялізм і эмпірыякрытыцызм / У.І.Ленін // Творы / У.І.Ленін. – Т. 14. – Мінск : Дзяржвыд БССР, 1950. – 369 с.
6. *Мигдал, А.Б.* Физика и философия / А.Б.Мигдал // Вопросы философии. – 1990. – №1. – С. 5–32.
7. *Мікуліч, А.С.* Курс агульнай фізікі. Электрычнасць і магнетызм : вучэб. дапам. – Мінск : Выш. шк., 1995. – 285 с.
8. *Моисеев, Н.Н.* Универсальный эволюционизм (позиция и следствия) / Н.Н.Моисеев // Вопросы философии. – 1991. – № 3. – С. 3–28.
9. *Новікаў, Г.І.* Асновы агульнай хіміі / Г.І.Новікаў, А.І.Жарскі. – Мінск : Выш. шк., 1995. – 656 с.
10. *Панов, М.И.* Анри Пуанкаре и наука начала XX века / М.И.Панов, А.А.Тяпкин, А.С.Шибанов // О науке / А.Пуанкаре. – М. : Наука, 1983. – С. 521–555.
11. *Пригожин, И.* Переоткрытие времени / И.Пригожин // Вопросы философии. – 1989. – №8. – С. 3–19.
12. *Пятроўскі, Я.* Грэцка-беларускі слоўнік : у 2 ч. / Я.Пятроўскі. – Gainesville : Byelorussian Charitable Educational Fund, Inc., 1983. – Ч. 1. – 290 с.
13. *Репин, В.С.* Эволюция в свете системной биологии / В.С.Репин // Вопросы философии. – 2010. – №11. – С. 37–45.
14. *Степин, В.С.* Становление научной теории (Содержательные аспекты строения и генезиса теоретических знаний физики) / В.С.Степин. – Минск : Изд-во БГУ, 1976. – 319 с.
15. *Степин, В.С.* Теоретическое знание : структура, историческая эволюция / В.С.Степин. – М. : Прогресс – Традиция, 2000. – 744 с.

16. *Фролов, И.Т.* Перспективы человека : опыт комплексной постановки проблемы, дискуссии, обобщения / И.Т.Фролов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Политиздат, 1983. – 350 с.
17. *Цэдрыйк, М.С.* Курс агульнай фізікі : цеплыня і малекулярная фізіка : вучэб. дапам. / М.С.Цэдрыйк. – Мінск : Выш. шк., 1994. – 232 с.
18. *Aspect, A.* Demain, la physique / A.Aspect [et otr.] – Paris : Odile Jacob, 2004. – 377 p.
19. *Bavink, B.* Ergebnisse und Probleme der Naturwissenschaften : eine Einführung in die heutige Naturphilosophie / B.Bavink. – 10. Aufl. – Zürich : S.Hirzel Verlag, 1954. – 803 S.
20. *Bensaude-Vincent, B.* Histoire de la chimie / B.Bensaude-Vincent, I.Stengers. – Paris : La Découverte, 1995. – 360 p.
21. *Bocheński, J.M.* Formale Logik / J.M. Bocheński. – 5. Aufl. – Freiburg, München : Karl Alber, 1996. – 648 S.
22. *Borzeszkowski, H.-H.* von. Ervin Schrödingers Subjekt- und Realitätsbegriff / H.-H. von Borzeszkowski, R.Wahsner // Deutsche Zeitschrift für Philosophie. – 1987. – № 12 – S. 1109–1118.
23. *Brading, Katherine and Castellani, Elena*, “Symmetry and Symmetry Breaking”, The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2008 Edition), Edvard N.Zalta (ed.), URL = <<http://plato.stanford.edu/archiv/fall2008/entries/symmetry-breaking/>>.
24. *Cohen, I.-B.* Revolution in Science / I.B.Cohen. – Cambridge, Massachsets and London : The Belknap Press of Harvard University Press, 1985. – XX, 711 p.
25. *Cohen, I.-B.* Les origins de la physique modern / I.B.Cohen. – Paris : Éditions du Seuil, 1993. – 285 p.
26. *Dictionnaire d'histoire et philosophie des science* / sous la dir. de D.Lecourt. – Paris : Presses Universitaires de France, 1999. – 1039 p.
27. *Donaldson, T.* Issues in Moral Philosophy / T.Donaldson. – New York [etc.] : McGraw Hill, 1986. – 480 p.
28. *Dulbecco, R.* The Design of Life / R.Dulbecco. – New Haven ; London : Yale University Press, 1987. – 458 p.
29. *Einstein, A.* Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie / A.Einstein. – 21.Aufl. – Berlin : Akademie-Verlag, 1977. – 130 S.
30. *Einstein, A.* The Evolution of Physics (The Growth of Ideas from the Early Concepts to Relativity and Quanta) / A.Einstein, L.Infeld. – Cambridge : University Press, 1938. – 319 p.

31. *Elementary* particle // En. Wikipedia [Electronic ressource].  
– Mode of access : [en.wikipedia.org/wiki/Elementary\\_particle](http://en.wikipedia.org/wiki/Elementary_particle). –  
Date of access : 06.11.2012.
32. *Eliade, M.* Forgerons et alchimistes / M.Eliade. – Paris :  
Flammarion, 1956. – 214 p.
33. *Espinoza, M.* La science – les mathématiques, l'expérience,  
la logique / M.Espinoza. – Paris : Ellipses, 1996. – 63 p.
34. *Europäische Enzyklopädie zu Philosophie und Wissenschaften* : in 4 B. / hrsg. von J.Sandkühler. – Hamburg : Meiner, 1990. –  
B. 1 – 981 S. ; B. 2 – 941 S.; B. 3 – 995 S. ; B. 4 – 1021 S.
35. *Evolution, human* // The New Encyclopaedia Britannica. –  
15-th ed. – Chicago [etc.], 2002. – Vol. 18. – P. 803–843.
36. *Feynman, R.-P.* QED : The Strange Theory of Light and  
Matter / R.P.Feynman. – Princeton : Princeton University Press,  
1988. – 158 p.
37. *Fromm, E.* The Art of Loving : an Enquiry into the Nature of  
Love / E.Fromm. – New York ; Evanston : Harper and Row, 1962.  
– 146 p.
38. *Gadamer, H.-G.* Hermeneutik : Wahrheit und Methode /  
H.-G. Gadamer // Gesammelte Werke / H.-G. Gadamer. – Tübingen : J. C. B. Mohr (Paul Siebeck), 1990. – B. 1 : Grundzüge einer  
philosophischen Hermeneutik. – 495 S.
39. *Grünbaum, A.* Relativity Theory, Philosophical Significance  
of / A. Grünbaum // The Encyclopedia of Philosophy : in 8 vol. –  
London, New York : Crowell Collier and Macmillan, 1967. –  
Vol.7. – P. 133–140.
40. *Handlexikon zur Wissenschaftstheorie* / hrsg. von H.Seiffert  
und G.Radnitzky. – München : Ehrenwirt, 1989. – 502 S.
41. *Handwörterbuch Philosophie* / hrsg. von Wulff D.Rehfus. –  
Göttingen : Vanderhoeck & Ruprecht, 2003. – 736 S.
42. *Hawking, S.-W.* A Brief History of Time : from the Big Bang  
to black Holes / S.W.Hawking. – New York [etc.] : Bantam Books,  
1988. – 198 p.
43. *Hawking, S.-W.* Der große Entwurf : eine neue Erklärung des  
Universums / S.W.Hawking, L.Mlodinow. – Reinbek : Rowohlt,  
2010. – 192 S.
44. *Heisenberg, W.* Der Teil und das Ganze. Gespräche im  
Umkreis der Atomphysik / W.Heisenberg. – München : R.Piper &  
Co Verlag, 1969. – 334 S.
45. *Helferich, C.* Geschichte der Philosophie : von den Anfängen  
bis zur Gegenwart und östliches Denken / C.Helferich mit einem

Beitrag von P.C. Lang. – 2., überarb. und erw. Aufl. – Stuttgart : Metzler, 1992. – 571 S.

46. *Historisches Wörterbuch der Philosophie* : in 13 B. / hrsg. von J.Ritter, K.Gründer, G.Gabriel. – Basel : Schwabe Verlag, 1971–2007. – B.1 – 1046 S. ; B.2 – 1152 S. ; B.3 – 1272 S. ; B.4 – 1470 S. ; B.5 – 1448 S. ; B.6 – 1396 S. ; B.7 – 1842 S. ; B.8 – 1519 S. ; B.9 – 1558 S. ; B.10 – 1618 S. ; B.11 – 1276 S. ; B.12– 1556 ; B.13 (Register) – 1045 S.

47. *History of chemistry* // En. Wikipedia [Electronic ressource]. – Mode of access : [en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_chemistry](http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_chemistry). – Date of acces : 06.11.2012.

48. *Hübner, K. Technik* / K. Hübner // *Handbuch philosophischer Grundbegriffe* / hrsg. von H.Krings, H.-M.Baumgarten, C.Wild : in 6 B. – München : Kösel-Verlag, 1974 – B. 5. – S. 1475 – 1485.

49. *Inventeurs et scientifiques : dictionnaire de biographies* / Paris : Larousse, 1994. – 692 p.

50. *Ismael, Jenann, "Quantum Mechanics"*, The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2009 Edition), Edvard N.Zalta (ed.), URL = <<http://plato.stanford.edu/archivs/fall2009/entries/qm/>>.

51. *Jacqard, A. Matière et la vie* / A. Jacqard. – Toulouse : Éditions Milan, 1995. – 63 p.

52. *Jung, C.-G. Psychologie und Alchemie : 2. Erlösungsvorstellungen in der Alchemie* / C.-G.Jung. – 4.Aufl. – Grundwerk : in 9 B. – B. 6. – Olten ; Freiburg im Bresgau : Walter, 1994. – 304 S.

53. *Kant, I. Kritik der reinen Vernunft* : in 2 B. / I.Kant. – B. 1 // Werkausgabe : in 12 B. – Frankfurt am Main : Suhrkamp, 1992. – B. 3–340 S.

54. *Kirk, R. Mind and Body* / R.Kirk. – Chesham : Acumen, 2003. – 200 p.

55. *Knoepffler, N. Bioethics and Anthropology* / N. Knoepffler // *Encyclopedia of Anthropology* : in 5 vol. – London ; New Delhi : SAGE, 2006. – Vol. 1. – P. 356–360.

56. *Köchy, K. Biophilosophie zur Einführung* / K.Köchy. – Hamburg : Junius, 2008. – 237 S.

57. *Kuhn, T.-S. The Structure of Scientific Revolutions* / T.-S.Kuhn. – 2-nd Ed. – Chicago ; London : The University of Chicago Press, 1970. – XII, 210 p.

58. *L'Europe de science : constitution d'un espace scientifique* / sous la dir. de M.Blays, E.Nicolaïdis / M.Assimakopoulos [et otr.]. – Paris : Éditions du Seuil, 2001. – 437 p.

59. *Lewens, T.* Darwin / T.Lewens. – London ; New York : Taylor & Francis Group, 2007. – 289 p.
60. *Lexikon der Naturwissenschaftler : Astronomen, Biologen, Chemiker, Geologen, Mediziner, Physiker.* – Heidelberg; Berlin; Oxford : Spektrum, Akad. Verl., 1996. – 505 S.
61. *Logunov, A.A.* Henry Poincare and Relativity Theory / A.A.Logunov. – Transl. by G.Pontecorvo and V.O.Soloviev. – M. : Nauka, 2005. – 252 p.
62. *Maury, J.-P.* Newton et la mécanique céleste / J.-P.Maury. – Paris : Gallimard, 1990. – 144 p.
63. *Mechanics : Energy, Forces and Their Effects* // The New Encyclopaedia Britannica. – 15-th ed. – Chicago [etc.], 2002. – Vol. 23. – P. 702–773.
64. *Monod, J.* Le hasard et la nécessité : essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne / J.Monod. – Paris : Seuil, 1970. – 213 p.
65. *Moulines, C.-U.* The Basic Core of Simple Equilibrium Thermodynamics / C.-U.Moulines // Structuralist Knowledge Representation – Paradigmatic Examples / W.Balzer, J.D.Sneed, C.U.Moulines (eds.) – Amsterdam ; Atlanta : Rodopi, 2000. – P. 307–332.
66. *Moulines, C.-U.* Der Begriff des Wissenschaftlichen Fortschritts und seine epistemologischen Probleme / C.-U.Moulines // Form, Zahl, Ordnung : Studien zur Wissenschafts- und Technikgeschichte / hrsg. von R.Seisig, M.Folkerts, U.Hashagen. – Stuttgart : Franz Steiner Verlag, 2004. – S. 125–147.
67. *Nouvelle encyclopédie de bioéthique* / sous la dir. de G.Hottois et J.-N.Missa. – Bruxelles : De Boeck Université, 2001. – 922 p.
68. *Okasha, Samir* “Population Genetics”, The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2008 Edition), Edvard N.Zalta (ed.), URL = <<http://plato.stanford.edu/archivs/fall2008/entries/population-genetics/>>.
69. *Parker, B.* Invisible Matter and the Fate of the Univers / B.Parker. – New York ; London : Plenum Press, 1989. – 297 p.
70. *Parrochia, D.* Les grandes révolutions scientifiques du XX siècle / D. Parrochia. – Paris : Presses Universitaires de France, 1997. – 434 p.
71. *Pelt, J.-M.* De l’Univers à l’Être / J.-M. Pelt. – Paris : Fayard, 1996. – 126 p.
72. *Philosophenlexikon* / hrsg. von E.Lange und D.Alexander. – 4.Aufl. – Berlin : Dietz Verlag, 1987. – 973 S.

73. *Popper, K.-R.* Logik der Forschung / K.-R. Popper. – 10. Aufl. – Tübingen : J.C.B. Mohr (Paul Siebeck), 1994. – XXIX, 481 S.
74. *Popper, K.-R.* On the Non-existence of Scientific Method / K.-R. Popper // Realism and the Aim of Science, from the “Postscript to the Logic of Scientific Discovery”. – Ed. by W.W. Bartley, III. – London and New York : Routledge, 1999. – P. 5–8.
75. *Prigogine, I.* Order out of Chaos : Man’s New Dialogue with Nature / I. Prigogine, I. Stengers. – London : Flamingo, 1985. – XXXI, 349 p.
76. *Qu’est-ce que la vie?* / sous la dir. d’Y. Michaud. – Paris : Éditions Odile Jacob, 2000. – 501 p. – (Université de tous les savoirs, v.1).
77. *Qu’est-ce que l’Univers?* / sous la dir. d’Y. Michaud. – Paris : Éditions Odile Jacob, 2001. – 987 p. – (Université de tous les savoirs, v. 4).
78. *Ronan, C.* Histoire mondiale des sciences / C. Ronan. – Paris : Éditions du Seuil, 1988. – 710 p.
79. *Rossotti, H.* Introducing Chemistry / H. Rossotti. – Harmondsworth : Penguin Books, 1978. – 344 p.
80. *Ryder, L.-H.* Symmetries and Conservation Laws / L.-H. Ryder // Encyclopedia of Mathematical Physics : in 5 vol. – Amsterdam [etc.] : Elsevier. – 2006. – P. 166–172.
81. *Schrödinger, E.* Was ist ein Naturgesetz? Beiträge zum naturwissenschaftlichen Weltbild / E. Schrödinger. – München ; Wien : R. Oldenbourg, 1962. – 148 S.
82. *Schwartz, S.* The Visualization of Chromosomes / S. Schwartz // Encyclopedia of Genetics, Genomics, Proteomics and Bioinformatics / Editor Linn B. Jorde. – Chichester, 2005. – Vol.1 : Genetics. – P. 97–101.
83. *Sloan, Phillip*, “Evolution”, The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2010 Edition), Edvard N. Zalta (ed.), URL = <<http://plato.stanford.edu/archives/fall2010/entries/evolution/>>.
84. *Spinner, H.-F.* Theorie / H.-F. Spinner // Handbuch philosophischer Grundbegriffe / hrsg. von H. Krings, H.-M. Baumgarten, C. Wild : in 6 B. – München : Kösel-Verlag, 1974. – B. 5. – S. 1486–1514.
85. *Stepin, W.S.* Intensives Wachstum des wissenschaftlichen Wissens und potentiell mögliche Linien der historischen Wissenschaftsentwicklung / W.S. Stepin // Deutsche Zeitschrift für Philosophie. – 1987. – №8. – S. 703–711.

86. *Wade, Michel*, “Evolutionary Genetics”, The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2008 Edition), Edvard N.Zalta (ed.), URL = <[http ://plato.stanford.edu/archivs/fall2008/entries/ evolutionary-genetics/](http://plato.stanford.edu/archivs/fall2008/entries/evolutionary-genetics/)>.

87. *Waters, Ken*, “Molecuar Genetics”, The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2008 Edition), Edvard N.Zalta (ed.), URL = <[http : // plato. stanford. edu / archives / fall2008 / entries / molecular-genetics/](http://plato.stanford.edu/archives/fall2008/entries/molecular-genetics/)>.

88. *Weizsäcker, C.-F.* von. Der Mensch in seiner Geschichte / C.-F. von Weizsäcker. – München ; Wien : Carl Hanser, 1991. – 245 S.

89. *Xuan Thuan, T.* Le destin de l’Univers : Le big bang et après / T.Xuan Thuan. – Paris : Gallimard, 1994. – 160 p.

РЕПОЗИТОРИЙ БГУКИ

## СЛОЎНІК АСНОЎНЫХ ПАНЯЦЦАЎ

**Адрон** – складаная субатамная часцінка, у структуры якой прысутнічаюць кваркі і якой уласціва моцнае ўзаемадзеянне.

**Анізатрапія** – залежнасць фізічнай уласцівасці або працэсу ад пэўнага кірунку.

**Апарыя** – цяжкая, складаная, супярэчлівая пазнавальная сітуацыя; у сучасным навуказнаўстве гэты тэрмін нярэдка ўжываецца для абазначэння праблем і парадоксаў, што ўзнікаюць у працэсе сінтэзу несупярэчлівых тэорый.

**Атам** – найменшая адзінка хімічнага элемента; уяўляе сабой электрычна нейтральную часцінку, бо дадатны зарад яе ядра, у якім сканцэнтравана асноўная частка яго масы, ураўнаважваецца адмоўным зарадам электроннага воблака, якім ядро акаляецца.

**Барыён** – складаная субатамная часцінка, утвораная трыма кваркамі.

**Біясфера** – сфера фізічнай рэальнасці, у якой здзейснілася жыццё і якую яно пераўтварыла.

**Гамеастаз** – падтрыманне дынамічнай сістэмай стану гнуткай раўнавагі праз унутраны рэгулятыўны працэс.

**Генатып** – індывідуальны набор генаў пэўнай жывой істоты, наяўны ў ядры кожнай яго клеткі і адказны за яго марфалагічныя і фізіялагічныя ўласцівасці.

**Геном** – сукупнасць усёй спадчыннай інфармацыі, наяўнай у ядры клеткі; уключае ў сябе і гены, і ўчасткі ДНК, у якіх не кадыруецца пэўная паслядоўнасць амінакіслот.

**Гравітацыя** – у ньютанаўскай механіцы і касмалогіі – сіла ўзаемапрыцягнення фізічных аб'ектаў, што грунтуецца на іх масах; ва ўсеагульнай тэорыі адноснасці – крывізна чатырохмернай прасторы-часу.

**Ізатрапія** – раўнамернае размеркаванне пэўнай фізічнай велічыні, найперш у прасторы, але ў прынцыпе адносна ўсякай пераменнай, ад якой дадзеная велічыня залежыць.

**Інтрон** – участак ДНК, у якім не змяшчаецца інфармацыя адносна структуры бялковых макрамалекул.

**Інтэрферэнцыя** – з'ява, сутнасць якой у тым, што дзве хвалі накладваюцца адна на адну, каб утварыць выніковую хвалю большай ці меншай амплітуды.

**Кланаванне** – працэс стварэння папуляцый жывых істот, тоесных з пункту гледжання генетычнага матэрыялу.

**Лептоны** – першапачаткова тэрмін для абазначэння значна больш лёгкіх, чым пратоны, часцінак. У сучасных умовах ім абазначаюцца часцінкі матэрыі, для якіх у адрозненне ад кваркаў не характэрна моцнае ўзаемадзеянне.

**Малекула** – у асноўным стабільнае ўтварэнне з двух ці болей атамаў, якое паўстае праз электрамагнітныя ўзаемадзеянні электронаў, што знаходзяцца на іх знешніх электронных абалонках (іх ядры пры гэтым застаюцца практычна нязменнымі).

**Мезон** – недаўгавечная часцінка, у склад якой уваходзяць кварк і антыкварк (таму яна належыць да адронаў). Яе назва (пачаткова яна гучала як мезатрон) тлумачыцца тым, што спачатку яна бачылася навукоўцам як сярэдні (паміж электронам і пратонам) па сваёй масе мікрааб’ект.

**Метабалізм** – сукупнасць хімічных працэсаў, што адбываюцца ў арганізме, праз якія забяспечваецца трансфармацыя рэчываў і энергіі ў ім, неабходная для падтрымання яго жыццядзейнасці.

**Наасфера** – сфера розуму, сфера фізічнай рэальнасці, якая ўтвараецца і пераўтвараецца праз актыўную дзейнасць разумных істот.

**Поле** – абагульненне ўведзенага каля 1840 г. англійскім фізікам М. Фарадэем паняцця сілавога поля. У найшырэйшым сэнсе яго можна вызначыць як сукупнасць значэнняў, якія тая ці іншая ўласцівасць (найперш фізічная або матэматычная велічыня) прымае ва ўсіх пунктах пэўнага прасторавага сегмента.

**Ствалавыя клеткі** – клеткі, здольныя да дзялення і дыферэнцыяцыі ў розныя спецыялізаваныя клеткі і тканкі.

**Структура** – сукупнасць і парадак узаемасувязяў, характэрных для элементаў пэўнай сістэмы.

**Таксаномія** – класіфікацыя аб’ектаў пэўнай рэчаіснай сферы паводле пэўнай схемы і пэўных крытэрыяў і вучэнне пра класіфікацыйныя працэдуры; спачатку гэты тэрмін ужываўся толькі ў біялогіі.

**Фенатып** – сукупнасць усіх даступных для назірання прыкмет арганізма.

**Чорная дзірка** – касмічны аб’ект, які мае настолькі вялікую сілу прыцягнення, што ніякія часціцы (у тым ліку і фатоны) не могуць вырвацца з яго.

**Эксон** – участак нуклеінавых кіслот, у якім утрымліваецца інфармацыя, неабходная для сінтэзу бялковых макрамалекул.

**Элементарная часціца** – мікрааб’ект, што належыць да субатамнага ўзроўню матэрыі (гэта значыць не з’яўляецца ні малекулай, ні атамам ці іонам) і што не выяўляе (прынамсі, на дадзены момант) унутраных структурных кампанентаў. Ці існуюць у прыродзе апошнія, элементарныя ў поўным сэнсе слова аб’екты, адказаць досыць праблематычна.

**Энергія** – у класічнай фізіцы здольнасць да выканання работы, якая ў сучаснай фізіцы зводзіцца да грунтоўных кампанентаў матэрыі, іх руху і ўзаемадзеянняў.

**Энтрапія** – мера няздольнасці энергіі пэўнай сістэмы трансфармавацца ў механічную работу.

**Эпістэمالогія** – тэрмін, які ў залежнасці ад інтэрпрэтацыі таго, хто яго ўжывае, можа абазначаць тэорыю навуковага пазнання ці тэорыю пазнання ўвогуле.

**Эталогія** – раздзел заалогіі, у якім вывучаюцца паводзіны жывёл.

*Вучэбнае выданне*

**БАБКО Аркадзь Іванавіч**

**АСНОВЫ СУЧАСНАГА ПРЫРОДАЗНАЎСТВА**

*Вучэбна-метадычны дапаможнік*

Рэдактар І. В. Смяян  
Тэхнічны рэдактар Л. М. Мельнік  
Дызайн вокладкі А.В.Сурбы

Падпісана ў друк 11.04.2013. Фармат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Папера пісчая № 2. Рызаграфія.

Ум. друк. арк. 17,20. Ул.-выд. арк. 15,65. Тыраж 100 экз. Заказ 94.

Выдавец і паліграфічнае выкананне:

УА «Беларускі дзяржаўны ўніверсітэт культуры і мастацтваў».

ЛИ № 02330/0003939 ад 19.05.2011.

Вул. Рабкораўская, 17, 220007, г. Мінск.