

Socialinė filosofija

APIE ATEINANČIĄ SINTETINĖS BIOLOGIJOS KONDRATJEVO BANGĄ IR BIOKAPITALISTINĘ LIETUVĄ*

Zenonas Norkus

Vilniaus universiteto Filosofijos fakulteto
Sociologijos katedra
Universiteto g. 9/1, Vilnius LT-01513
Tel. (8 5) 266 7626
Faks. (8 5) 266 7600
El. paštas: Zenonas.Norkus@fsf.vu.lt

Straipsnyje nagrinėjamos šiuo metu prasidedančios naujos mokslinės-techninės revoliucijos technologinės prielaidos ir politinės ekonominės pasekmės. Technologines prielaidas sukuria naujas technologinis mokslas – sintetinė biologija, arba radikali genų inžinerija, kuri leidžia pereiti nuo natūralių gyvybės rūšių genomo modifikavimo prie dirbtinių rūšių kūrimo. Nors daugiausia masinės informacijos priemonių dėmesio sulaukia sintetinės biologijos perspektyvos medicinoje, didžiausių ekonominių pasekmių jos raida gali turėti energetikoje, tradicinės ir kompiuterių pramonės technologijoje, sukeldama šeštąją Kondratjevo bangą. Jos politinė ekonominė pasekmė – naujo biokapitalistinio gamybos būdo, pakeisiančio dabartinį pofordistinį skaitmeninį kapitalizmą, susiformavimas. Straipsnyje kritikuojamas technologinis determinizmas kaip bendroji socialinės kaitos priešasčių teorija, tačiau pripažįstamas jo adekvatumas technokapitalistinių gamybos būdų atžvilgiu. Kritiškai vertinama Ray'aus Kurzweilio tezė, kad nauja technologinė revoliucija baigsis transhumaniškuoju singuliarumu. Pateikiamas alternatyvus oficialiajam Lietuvos po 2030 metų raidos scenarijus.

Pagrindiniai žodžiai: technologinis determinizmas, sintetinė biologija, šeštoji Kondratjevo banga, biokapitalizmas, Lietuva po 2030 metų.

2010 m. gegužės pabaigoje vienas žymiausių JAV molekulinės biologijos specialistų Johnas Venteris paskelbė, kad jo vadovaujama tyrėjų grupė laboratorijoje sukūrė pirmą pasaulyje sintetinę bakteriją *Mycoplasma laboratorium*. Dirbtinius virusus biologai išmoko sintetinti daug anksčiau, tačiau šie virusai nelaikomi gyvais organizmais, nes gali gyventi ir daugintis tik svetimo

organizmo aplinkoje. Venterio kūrinys – ne virusas, bet bakterija, taigi, tikras gyvas organizmas. „Tai yra pirma save replikuojanti (*self-replicating*) rūšis planetoje, kurios tėvas yra kompiuteris. Tai taip pat pirmoji rūšis, į kurios genetinį kodą įkoduota jos tinklavietė (*website*).“¹ „Problemų“ skaitytojui kažin ar reikia priminti tą pamatinę reikšmę, kurią padirbinių (artefaktų) ir

* Tyrimą finansavo Lietuvos mokslo taryba (projekto Nr. VP1-3.1-ŠMM-07-K-01-010).

¹ Žr. http://www.ted.com/talks/craig_venter_unveils_synthetic_life.html [žiūrėta 2011 m. liepos 23 d.].

natūralių daiktų (substancijų) perskyra turi Vakarų metafizikos istorijoje. Būtent gyvi organizmai buvo substancijų prototipai, o jų rūšiniai apibrėžtumai – substancinių formų archetipai Aristotelio ir scholastinėje filosofijoje, kurių teoremos tapo vakarietiško „sveiko proto“ aksiomomis.

Netgi evoliucionizmo įsigalėjimas XIX amžiuje iš esmės nepajudino šios pamatinės perskyros, nes liko savaime suprantamu dalyku, kad vienos gyvūnų rūšys gali tik „natūraliai“ atsirasti iš kitų rūšių, o technologinėms manipuliacijoms su jomis yra „natūralios“ ribos: jomis galima rūšis tik modifikuoti sukuriant naujas veisles, tačiau ne vieną rūšį pakeisti kita. Ši „natūralių daiktų“ ir padirbinių perskyra vis dar išlieka ir šiuolaikinio „liaudiško“ etinio moralinio mąstymo pagrindas, kuris yra vis dar priklausomas kad ir nuo palengva džiūstančių šaknų klasikinės metafizikos bei krikščioniškosios teologijos dirvoje.

Todėl pirmos dirbtinės gyvybės rūšies sukūrimas negali ir neturi likti nepastebėtas ir filosofų bendruomenėje. Vienas iš tikslų, kurio siekiama šiame straipsnyje, – informuoti, kuo užsiima ir ko siekia Venteris ir panašūs į jį tyrėjai. „Tai“ yra sintetinė biologija – nauja biologijos šaka ar gal jos kaip mokslo raidos pakopa. Tiesa, į konkretų jos turinį nebus daug gilinamasi, nes straipsnio autorius nėra biologas. Šiais laikais nesunku rasti informacijos, atitinkančios gamtamokslinio išprusimo lygį. Straipsnio autorius yra sociologas, todėl pagrindinis straipsnio tikslas yra aptarti sintetinės biologijos raidos politines-ekonomines pasekmes. Tos pasekmės gali būti tokios didelės, kad jas nagrinėjant balansuojama ant ribos, skiriančios vis dar mokslinę sociologinę prognostinę analizę nuo istoriosofinių spe-

kuliacijų. Taip toli nuėjus, lengva prarasti pusiausvyrą ir „prigrybauti“.

Todėl straipsnis pradamas klojant metodologinius ir teorinius technologinės raidos socialinių pasekmių analizės pamatus. Kaip statybinė medžiaga tiems pamatams naudojamos sociologinės ir ekonominės socialinės bei ekonominės kaitos teorijos. Tam skirti pirmi du straipsnio skirsniai. Pirmame skirsnyje kritikuojamas technologinis determinizmas kaip bendroji socialinės kaitos priežasčių teorija. Ši kritika remiasi technikos, technologijos ir jas objektyvuojančių artefaktų skyrimu.

Antrame skirsnyje išryškintas technologinio determinizmo „racionalus grūdas“, išsiaiškinant jo empirinio adekvatumo ribas ir sąlygas. Svarbiausia iš jų – kapitalizmu vadinama institucinė ekonomikos organizacija, kuri išlaisvina technologinės pažangos jėgas, o kita vertus, gali išlikti tik jai nepalaujamai vykstant. Skirsnis baigiamas technokapitalizmo – kapitalistinių gamybos būdų, pagrįstų autonomiškai vykstančia technologijos pažanga, charakteristika. Trečias skirsnis informuoja apie sintetinę biologiją.

Ketvirtame, naudojantis pirmame ir antrame skirsnyje nugludintais instrumentais, aptariamos technologinės pažangos būsimos ekonominės ir socialinės pasekmės. Savaime suprantama, remiamasi šioms klausimams skirta gausėjančia literatūra. Tačiau straipsnis nėra jos referatas, nes ji skaitoma ir panaudojama ieškant atsakymų į klausimą, kokias galimybes ir grėsmes ateinantis sintetinės biologijos amžius gali atnešti mūsų kraštui – Lietuvai? Lietuvoje biokapitalizmo fenomeną (daugiausia etikos aspektu) jau yra aptaręs Vytautas Rubavičius (2010). Tačiau jis nekelia klausimo, ką šis ateinantis

kapitalizmo virsmas gali reikšti mūsų šalies ateičiai. Apie ekologinę modernizaciją daug rašė Leonardas Rinkevičius², tačiau jo publikacijose dar neatsispindi tas aplinkosaugos problematikos nukėlimas, kurį žada sintetine biologija pagrįsta technologinė revoliucija. Tokių pat radikalių pasekmių ji gali turėti ir ekologiškai etikai³.

1. Technika, technologija, technologinis determinizmas

Bene patį „didžiausią“ sociologijos ir socialinės filosofijos klausimą galima suformuluoti taip: Kodėl visuomenė keičiasi? Klausimą galima suformuluoti kiek mokslingiau, pasinaudojant sociologinių teorijų žargonu. Šiuolaikinis sociologas metodologinis holistas (ar kolektyvistas), kuris pamatine sociologine kategorija laiko socialinės sistemos sąvoką, šį klausimą suformuluotų taip: „kodėl skiriasi ir keičiasi socialinių sistemų (iš jų socialinių sistemų sistemos – visuomenės) tvarka?“ Sociologas metodologinis individualistas, kuris siūlo pradėti nuo pavienių veikėjų ir jų vienas į kitą orientuotų veiksmų (socialinės veiklos), pirmenybę teiktų tokiai formulavimui: „kodėl keičiasi socialinės veiklos institucijos“?

Technologinis determinizmas yra socialinių pokyčių aiškinimo filosofija (metodologija), kurią galima apibendrinti dviem tezėmis:

- 1) Technologijos kinta autonomiškai.
- 2) Technologijų kaita lemia visų kitų socialinių sistemų kaitą.

Realiose technologinio determinizmo koncepcijose jis dar labiau sukonkre-

tinamas, autonomiją ir lemiamą vaidmenį priskiriant kokiai nors konkrečiai technologijų rūšiai (materialinės gamybos, karo, komunikacijos ir pan.). Čia jau prasideda vidinės technologinių deterministų diskusijos, į kurias nesigilinsime ne tik dėl vietos stokos, bet ir dėl to, kad ir bendrojo technologinio determinizmo prielaidos nėra adekvačios. Priminsiu, kad bene pats įtakingiausias technologinis deterministas buvo Karlas Marxas, kurio koncepcijoje tie bendrojo technologinio determinizmo trūkumai atsiskleidžia labai ryškiai.

Marksiškojoje technologinio determinizmo versijoje jis sukonkretinamas galutinės socialinės kaitos priežasties vaidmenį priskiriant autonomiškai materialinės gamybos technologijų raidai⁴. Tiesa, Marxas vartoja kiek kitokią terminiją – jis rašo ne apie gamybos technologiją, bet apie „gamybines jėgas“. Tačiau, vartodami šiuolaikiškesnį „gamybos technologijos“ terminą, pagrindinę jo idėją tik išreikšime aiškiau ir tiksliau. Taigi, pagrindinė Marxo bendrosios socialinės kaitos teorijos (istorinio materializmo) tezė sako: savaiminė gamybos technologijų („gamybinių jėgų“) raida lemia gamybos priemonių nuosavybės santykių kaitą, o ji savo ruožtu – visuomenės institucijų (antstato) ir jos kolektyvinių kliedinių ar kliedesių (ideologijos) kaitą.

Tiesa, Marxui gamybinės jėgos – tai ne vien gamybos technologija, materializuota gamybos įrankiuose, bet ir gamybos sąlygos (žemė, gamtos ištekliai). Tačiau nuo jų galima abstrahuotis, nes tai gamtinis, taigi nesocialus ar mažiausiai socialus, gamybinių jėgų aspektas. Tam tikro išsivystymo lygio gamybos technologija + gamybos

² Žr., pvz.: Rinkevičius 1997; 2000; 2011.

³ Lietuvoje jos problematika nuodugniausiai gvil-denama Česlovo Kalendos tyrimuose. Žr., pvz.: Kalenda 2000; 2002; 2003.

⁴ Žr. Marx 1949 (1859): 303–304.

sąlygų ir gamybos įrankių bei technologijų tam tikro tipo nuosavybės santykiai (gamybiniai santykiai) = tam tikro tipo gamybos būdas. Gamybos technologijų pobūdis lemia gamybinių santykių pobūdį (koks yra gamybos būdas), o vyraujantis gamybos būdas lemia, kokios yra neekonominės institucijos ir visą esamą socialinę tvarką įteisinti ideologija.

Paskutiniai du teiginiai yra akivaizdžiai klaidingi. Netiesa, kad gamybos technologijos pobūdis lemia gamybinių santykių pobūdį. Jokių pažymėtinų išsivystymo lygio skirtumų tarp feodalinių ir vergvaldinių visuomenių gamybos technologijų ar gamybinių jėgų nėra. Feodalinius ir vergvaldinius gamybos būdus skiria ne gamybinių jėgų lygis ar pobūdis, bet gamybiniai santykiai. Esant vergvaldiniams gamybos būdams, ir gamybos technologijos su jas materializuojančiais artefaktais, ir gamybos sąlygos yra išnaudotojų nuosavybė, o esant feodaliniams – jų nuosavybė yra tik gamybos sąlygos (žemė). Pagrindinis socialinės kaitos variklis ikikapitalistinėse visuomenėse yra ne technologijų pažanga, bet klasių kova. Tai yra kova dėl gamybos technologijų ir jas materializuojančių artefaktų, gamybos sąlygų ir gamybos produktų nuosavybės (kaip jie bus paskirstyti). Pirmasis kapitalistinis gamybos būdas atsirado ne dėl gamybos technologijos pažangos (tokiu atveju būtų turėjęs atsirasti jau XII–XIII a. Kinijoje). Geriausiai jo atsiradimo aplinkybes nušvietė Maxas Weberis⁵.

Didžiausias Marxo technologinio determinizmo trūkumas yra technologijų sutapatinimas su jų daiktiniais išikūnijimais (objektyvacijomis). Technologijos – tai

žinios, kaip kažką padaryti (angl. *know how*). Marxas fetišizavo daiktus dėl dviejų priežasčių. Pirma, aiškiai skiriant technologijas (žinias) ir jas ikūnijančius materialius artefaktus, nebėra pagrindo tapatinti (gamybos) technologinio determinizmo su istoriniu materializmu. Tačiau Marxui rūpėjo būti būtent materialistu. Gamybos žinios ne daugiau „materialios“ už bet kokias kitas žinias, kaip ką nors padaryti. Tai kur kas geriau už Marxą suprato Michelis Foucault, kuris skiria gamybos, ženklų sistemų, galių (*power*), savasties (*self*) technologijas (žr. Foucault et al. 1987).

Antra, Marxo laikais materialioji (pragyvenimo priemonių gamyba ir pačių gamybos priemonių) gamyba dar rėmėsi implicitiniu „įgūdiniu“ žinojimu, o ne standartizuotų ir patentuotų taikomųjų mokslo tyrimų rezultatų pritaikymu. XIX a. pirmoje pusėje mokslas dar nebuvo tapęs tiesiogine „gamybine jėga“, o vis dar buvo tiesos pažinimo ar netgi žmogaus saviugdos ir savikūros priemonė. Tad suprantama, kodėl Marxui technika, technologija ir jų daiktinės objektyvacijos yra tapatūs dalykai.

Atskirti grūdus nuo pelų Marxo teorijoje ir sykiu tuos (racionalius) grūdus išgelbėti galima tik tuos tris dalykus aiškiai analitiškai atskyrus. Technika (visų rūšių) yra sociologinė ir antropologinė universalija. Nėra socialinės veiklos ar visuomenės be technikos. Technologija atsiranda XVII–XVIII a. Europoje, nors technologijos užuomazgų būta ir anksčiau – taip pat ir nevakarietiškoje civilizacijose. Technologija yra technika, pagrįsta mokslu (sumokslinta technika). Tai taikomasis mokslinis žinojimas, kurio nešėjai yra inžinieriai, gydytojai, psichologai ir kiti ekspertai. Ir techniką, ir technologiją reikia skirti nuo techninių ir technologinių

⁵ Žr. Norkus 2003 (2001): 333–357.

artefaktų. Tai daiktai, sukurti remiantis techniniu ar technologiniu žinojimu. Technika ir technologija – žinios, kaip tuos daiktus gaminti ir kaip jais naudotis. Pati technika gali būti ir technologinė (pagrįsta mokslu), ir netechnologinė.

Netechnologinė technika yra pagrįsta individualia patirtimi ir (sakytine) tradicija. Ją reprezentuoja individualaus subjekto įgūdžiai ir implicitinis žinojimas, individualus meistriškumas su „amato paslaptimis“. Netechnologinė technika yra lokali ir kontekstuali. Mokinystė ir pameistrystė yra jos išmokymo būdai. Jai būdinga žinojimo ir darymo vienybė, kokią įkūnija tradicinių visuomenių valstietis, kuris yra ir žemdirbys, ir agronomas, ir veterinaras, ir edukologas.

Visuomenėse, kuriose nėra arba beveik nėra technologijos, gyvena smarkūs ir gudrūs žmonės, kurie sugeba išgyventi naudodamiesi paprastais, negudriais įrankiais (*smart people, simple tools*). Technologinių visuomenių žmonės yra negudrūs (išskyrus savo labai siaurą profesinės specializacijos sritį) – jie temoka spaudyti mygtukus, klavišus, rankenas sofistikuotų įrankių, kurie už juos daug gudresni (*simple people, smart tools*)⁶. Tie įrankiai objektyvuoja technologiją, kuri yra pagrįsta mokslo teorijomis, racionali ar racionalizuojama. Ją sudaro standartizuoti ir objektyvuoti receptai, algoritmai, brėžiniai (žmonių ir kompiuterių programavimo įranga), ji yra universali ir dekontekstualizuota, mokoma masinio profesinio ir techninio lavinimo sistemoje. Ją labiau reprezentuoja kolektyvinė komisijų ekspertizė, o ne individualus meistriškumas. Žinojimas atsiskiria nuo darymo: agronomas žemės nedirba,

veterinaras gyvulių neaugina, edukologės dažniausiai būna bevaikės.

Nubrėžus visas šias tris perskyras, technologinis determinizmas, suprantamas kaip universali (taikoma visų laikų visoms visuomenėms) doktrina, suyra lyg kortų namelis. Ikimoderniose visuomenėse technologijų nebuvo arba beveik nebuvo, todėl jos ten mažai ką galėjo lemti. Technologija negali būti autonomiška socialinės kaitos priežastis visuomenėse, kuriose technologijos nėra, o yra vien technika. Tačiau ir atsiradusi technologija ne iš karto tampa svarbiausia socialinės kaitos priežastimi. Ne visos modernios visuomenės yra technologinės visuomenės. Ne bet koks kapitalizmas (netgi pramoninis) yra technologinis kapitalizmas ar tiesiog technokapitalizmas. Vis dėlto kapitalizmui išsivysčius atsiranda visuomenės, kuriose technologijų raida tampa autonomiška (žr. Ellul 1964). Tokiose visuomenėse technologija tampa pačiu stipriausiu (statistikos prasme) kintamuoju, paaiškinančiu daugiausia kitų kintamųjų variacijos. Tokios visuomenės (kurių dėl to galima pavadinti technologine) atsiradimą stebėjo Marxas, nors ir nesuprato, ką gi jis stebi.

Taigi technologinio determinizmo kritiką galima apibendrinti taip: kaip universali socialinės kaitos teorija bet kokia technologinio determinizmo forma yra neadekvati, nes ne visos visuomenės yra technologinės visuomenės (turi autonomišką technosferą ar technostruktūrą). Tačiau tokių visuomenių yra. Tai yra išsivysčiusios kapitalistinės visuomenės. Netikdamas aiškinti visų laikų visuomenių socialinę kaitą, technologinis determinizmas yra pati geriausia išsivysčiusių kapitalistinių visuomenių aiškinimo metodologija. Toliau aptarsime, kaip atsirado tokios technokapitalistinės visuomenės.

⁶ Žr. Ingold 1986; 2000.

2. Nuo kapitalizmo prie technokapitalizmo

Reikia pradėti nuo išlygos, kad ne visos kapitalistinės visuomenės yra technokapitalistinės. Marxas klydo manydamas, kad egzistuoja vienas vienintelis ir jau XIX a. atgyvenęs kapitalistinis gamybos būdas, dėl ko kapitalistinius privačiasavininkiškus gamybinius santykius tuoj pakeisį pranašesni už juos komunistiniai, kuriems esant gamybos priemonių savininkas bus arba gamintojų kolektyvai, arba „asociacija, kurioje laisvas kiekvieno vystymasis yra visų laisvo vystymosi sąlyga“ (Marxas ir Engelsas 1949 (1848): 27). Iš tikrųjų, dėl sparčios gamybinių jėgų pažangos keičiasi tik kapitalistinių gamybinių santykių tipai ar formos: vienas kapitalistinis gamybos būdas pakeičia kitą kapitalistinį gamybos būdą.

Egzistuoja ne vienas, bet daug kapitalistinių (kaip ir vergvaldinių, feodalinių ir t. t.) gamybos būdų. Pirmasis kapitalistinis gamybos būdas atsirado XVIII a. (iki tol kapitalizmas reiškėsi tik prekybos ir finansų sferose). Nuo to laiko spėjo pasikeisti mažiausiai penki kapitalistiniai gamybos būdai – tiek, kiek nuo vadinamosios pramoninės revoliucijos laikų buvo vadinamųjų Kondratjevo bangų – ilgalaikių (40–60 metų trukmės) ekonominio aktyvumo ciklų. Kondratjevo banga yra pavienio kapitalistinio gamybos būdo „gyvenimo ciklas“⁷. Toliau pateikiame kapitalistinių gamybos būdų sąrašą.

(1) Individualus privačiasavininkiškas kapitalizmas (pirmoji Kondratjevo banga; 1780–1840). Šio kapitalistinio gamybos būdo techninis pagrindas buvo mechanizacija naudojant vandens varikliais varomas mechanines stakles.

(2) Smulkių ir vidutinių akcinių bendrovių kapitalizmas (antroji banga; 1840–1896). Antrojo kapitalistinio gamybos būdo techninis pagrindas buvo garo variklis, geležinkeliai, mašinų gamyba naudojant mašinas.

(3) Stambiųjų privačių korporacijų kapitalizmas (1896–1945). Trečiojo kapitalistinio gamybos būdo technologinis pagrindas buvo neorganinė chemija, elektrotechnika, mokslinė darbo organizacija.

(4) Valstybės reguliuojamas viešųjų korporacijų fordistinis kapitalizmas (1945–1990). Šio gamybos būdo technologinis pagrindas buvo sintetinė chemija, elektronika, automobilizacija.

(5) Transnacionalinis globalizuotas investicinių fondų pofordistinis kapitalizmas (nuo 1990). Tai kapitalistinis gamybos būdas, technologiškai pagrįstas kompiuterizacija, internetu, automatizacija (programinio valdymo gamybos įranga).

Žinoma, esama ir bendrų (gimininių) kapitalizmo kaip ekonominės sistemos bruožų. Tai (1) rinkos ir privati visų gamybos veiksnių – darbo jėgos, kapitalo, žemės nuosavybė; (2) pelno maksimizavimas ir kapitalo kaupimas kaip gamybos tikslas. Tačiau šiame straipsnyje svarstomiems klausimams yra svarbūs ne tie bendrieji bruožai, o kas kita: nors industrinis kapitalizmas ir technologija yra bendraamžiai, tik XX a. technologijų raida tapo tikrai autonomiška, o kartu ir svarbiausia (be to, kas dešimtmetis vis svarbesne) socialinės kaitos priežastimi.

Taip atsitiko tik po antrosios pramoninės revoliucijos⁸, kuri dar vadinama technologine revoliucija. Ji vyko antrosios Kondra-

⁷ Žr. Norkus 2010; Freeman and Louçã 2001.

⁸ Žr. Chandler 1977; 1990.

tjevo bangos smunkančiosios fazės laikais (1873–1896). Tik nuo to laiko mokslas tapo gamybine jėga. Technologinė revoliucija prasidėjo elektrifikacija. Elektrotechnika – tai pirmoji mokslo atradimų, o ne praktinės empirinės patirties pagrindu sukurta technika. Ji baigėsi atsiradus masinei gamybai, pagrįstai moksline gamybos organizacija, kuri racionalizuoja gamybos organizaciją ir valdymą.

Pirmoji (XVIII a. pabaigos) pramoninė revoliucija nebuvo mokslo pritaikymo gamyboje padarinys. Nors tuo metu technologijos jau egzistavo, bet nei mechaninės audimo staklės, nei vandens varikliai pagrįsta mechanizacija, nei netgi garo mašina, tapusi jau kitos Kondratjevo bangos emblema, nebuvo mokslinių atradimų pritaikymas. Marxas (1818–1883) buvo ikitechnologinio kapitalizmo amžininkas ir tik gyvenimo pabaigoje galėjo stebėti technokapitalizmo atsiradimą. Jo garsusis veikalas „Kapitalas“ atspindi ikitechnologinio kapitalizmo, kuriame pagrindinis pridėtinės vertės šaltinis dar buvo darbininkų fizinis darbas, realijas. „Suprekinimas ir reprodukcija buvo daugiausia sustruktūrinti industrinio kapitalizmo fabrikų viduje. Priešingai, technokapitalizmo kontekste ne gamyba, bet tyrimai yra pagrindinis korporacijų galios ir pelno variklis“ (Suarez-Villa 2009: 61).

Esant ikikapitalistiniams ir ankstyviems kapitalistiniams gamybos būdams svarbiausias socialinės galios⁹ šaltinis – nuosavybė gamybos sąlygoms ir techniniams bei technologiniams artefaktams. Technokapitalizmo sąlygomis svarbiausiu

⁹ Tai yra vienu žmonių ar jų grupių galia kitiems žmonėms ar grupėms.

socialinės galios šaltiniu tampa *naujausių* gamybos (ir ne vien) technologijų nuosavybė, t. y. tam tikro tipo žinių nuosavybė. Šiaip žinios kaip turtas yra ypatingos tuo, kad joms negalioja „pastovios sumos“ principas – kai žiniomis pasidalijama, duodantysis jų nepraranda. Žinios gali būti vien žmonių galios kitiems šaltinis tol, kol jos nėra visuotinai prieinamos. Tokios yra naujausios žinios, išlaptintos žinios, patentuotos ir intelektinės nuosavybės teisėmis apsaugotos žinios. Tad technokapitalizmas negalimas be žinių sklaidos (žmonių švietimo) dirbtinių apribojimų. Tai yra švietimui priešiškas kapitalizmas.

Tiesa, visi žinių sklaidos (angl. *transfer of knowledge*) barjerai yra laikini, nes prometėjiškasis žmonijos pradas yra nemarus. Todėl socialinės galios pranašumą gali užtikrinti tik technologinė lyderystė, pirmavimas mokslo tyrimų ir jų rezultatų transformavimo į technologijas baruose. Visuomenėje, kurioje nuosavybė technologijoms (laikina monopolija žinioms) yra svarbiausias socialinės galios šaltinis, technologijos raida tampa autonomiškas ir svarbiausias pokyčių visose kitose visuomenės / socialinės veiklos sferose šaltinis. Technologija tampa stipriausiu kintamuoju, geriausiu ilgalaikių socialinių prognozių pagrindu.

Ligi šiol būta trijų technokapitalizmo formų. Tai trys iš penkių pirmiau sumintų kapitalistinių gamybos būdų: stambiųjų privačių korporacijų kapitalizmas (1896–1945), fordistinis (1945–1990) ir pofordistinis (nuo 1990 m.) kapitalizmas. Pastarajam gerai tinka ir skaitmeninio (*digital*) kapitalizmo pavadinimas (žr. Schiller 1999), nes jis išryškina informacijos ir telekomunikacijų industrijos vaidmenį

jam išskylant. Užtat kur kas labiau problemiški jo kaip „poindustrinio kapitalizmo“ ir „vartojimo kapitalizmo“ apibūdinimai. Pofordistinis kapitalizmas yra „poindustrinis“ ir „vartojimo“ tik žvelgiant šalių, kurios yra technologijų lyderiai ir turi daugiausia intelektualinės nuosavybės, gyventojų akimis. Negali būti vartojimo be gamybos, nes vartojimo reikmenys turi būti pagaminti. Šiuolaikinė gamyba vyksta transnacionalinėse gamybos grandinėse, kurių sunkiausias, triukšmingiausias, taršiausias, susijusias su pačiu intensyviausiu išnaudojimu ir mažiausia pridėtine verte dalys yra iškeltos už ekonomiškai labiausiai išsivysčiusių šalių sienų.

Šiose šalyse lieka tik transnacionalinių korporacijų būstinės, technologijų kūrimo (tyrimo ir plėtros), taip pat kiti padaliniai, kuriems reikia itin aukštos kvalifikacijos darbuotojų. Žaliavų perdirbimo, komplektuojamųjų mazgų gamybos ir gatavų produktų surinkimo darbai iškeliami į mažiau išsivysčiusias šalis, kurių darbo jėga (sykiu – ir palyginti kvalifikuota) yra pigi. Tačiau transnacionalinės korporacijos, kurių bendrasavininkiai (akcininkai) yra labiausiai išsivysčiusių šalių gyventojai, tebekontroliuoja tas grandines kaip visumas, nes monopolizuoja jų funkcionavimui reikalingas žinias, o labiausiai išsivysčiusiose šalyse atliekamos tos gamybos operacijos, kurios sukuria didžiausią pridėtinę vertę.

Todėl paskirstant transnacionaliniame gamybos procese pagamintą produktą didžiausia jo dalis tenka būtent tų šalių gyventojams. Tas produktas anachronistiškai tebevadinamas tų šalių „nacionaliniu“ produktu, nors jų gyventojai mažai ką begamina tradiciniu juodu ar fiziniu darbu. Jiems (visų pirma, JAV gyventojams) atitenka ir

priedermė suvartoti didžiąją transnacionalinės kapitalistinės gamybos produkto dalį, užtikrinant išplėstinę globalizuoto kapitalizmo reprodukciją. Tik šia prasme pofordistinis kapitalizmas yra „vartojimo“, o ne gamybos kapitalizmas.

Naujos kapitalizmo formos kartu su naujomis technologijomis atsiranda ir kaip atskiros sanklodos egzistuoja senesniuose, vis dar egzistuojančiuose kapitalistiniuose gamybos būduose, pamažu juos išstumdamos ir nustelbdamos. Intensyviausiai šie procesai vyksta Kondratjevo bangos smunkančios fazės metu. Dabartiniai pasaulinės kapitalistinės ekonomikos išgyvenami sunkumai veikiausiai ženklina pofordistinio skaitmeninio kapitalizmo raidos smunkančios fazės pradžią, kai išsikristalizuos kito (šeštojo) kapitalistinio gamybos būdo technologiniai pagrindai. Jis veikiausiai vadinsis biokapitalizmu ar „žaliuoju kapitalizmu“. Tai yra perspektyva, kuri leidžia geriausiai įvertinti tas biotechnologijų naujoves, kurias apibendrina „sintetinės biologijos“ pavadinimas.

3. Kas yra sintetinė biologija?

Nuo to laiko, kai žmonės (o gal jau tos žmogbeždžionės, kurios buvo jų evoliuciniai pirmtakai) prisijaukino pirmuosius gyvulius bei sukultūrino pirmąsias augalų rūšis, jų naudojamų technikų arsenalą papildė biotechnikos – žinios apie augalų ir gyvūnų savybes, leidžiančios jas panaudoti savo tikslams. Pirmosios biotechnologijos atsirado, kai biologija tapo mokslu, o jos žinios buvo pradėtos taikyti praktiškai. Biotechnologijos tėvu galima laikyti prancūzų chemiką ir mikrobiologą Louis Pasteurą (1822–1895), kurio atradimai turėjo revoliucinių padarinių ne tik medicinoje

(kovoiant su užkrečiamomis ligomis), bet ir maisto pramonės plėtrai.

Šiuo metu biotechnologijų pramonė yra svarbi, nors ir ne pagrindinė išsivysčiusių šalių ekonomikos šaka, ir ji vis glaudžiau suauga (ir ją iš esmės perkeičia) su kita bene seniausia ir tradiciškiausia ūkio šaka – žemės ūkiu. Sintetinė biologija yra šiuo metu nanotechnologijų, informacinių technologijų ir molekulinės biologijos sandūroje užgimstantis technomokslas ar technologijų kompleksas, kuris numatomai taps XXI a. kapitalizmo technologiniu pagrindu. Sintetinės biologijos tikslas yra „sukurti naujas gyvybės formas iš naujo arba perprojektuoti esamas gyvybės formas“ (Deplazes 2009: 428). Sintetinė biologija gali būti apibrėžta ir kaip radikali genetinė inžinerija (*extreme genetic engineering*), kuri XXI a. bus tuo pačiu, kuo nuo XIX a. tapo mechaninė inžinerija: mašinų projektavimu ir gamyba iš standartizuotų dalių ir mazgų, savimi pakeisdama mechaninius amatus¹⁰.

Sintetinės biologijos pirmtakė – tai jau keli dešimtmečiai egzistuojanti genų inžinerija: esamų organizmų modifikavimas, į jų genomus įterpiančios kitų organizmų paimtus arba dirbtinai susintetintus genus. Rezultatas – vadinamieji genetiškai modifikuoti organizmai (GMO). Tačiau palyginti su tuo, ką žada ar pradeda sintetinė biologija, genų inžinerija yra tik paprastas „krapštinėjimas“ (angl. *tinkering*). Sintetinė biologija – kokybiškai naujas biotechnologijos raidos etapas. Jos garsiausi vardai – Johnas Venteris, Steenas Rasmussenas, Drew Endy, Stevenas Benneris¹¹.

¹⁰ Žr. ETC Group 2007.

¹¹ Apie kiekvieną skaitytojas nesunkiai gali susirasti daugybę informacijos, pasinaudojęs interneto iešyklės paslaugomis. Išskyrus J. Venterį, dauguma kylančių sintetinės biologijos žvaigždžių yra jauni mokslininkai.

Kuo tas naujumas pasireiškia? Čia verta priminti kai kurias šiuolaikinio mokyklinio biologijos vadovėlio tiesas (skaitytojas, kuris jas pamena, gali toliau einančias kelias pastraipas praleisti). Molekulinės biologijos požiūriu kiekvienos biologinės rūšies tapatumą apibrėžia informacijos, užkoduotos deoksiribonukleino rūgšties (DNR) molekulėse, masyvas (genomas). Ši informacija nuskaityta ir tiražuojama (transkribuojama) sintetinant ribonukleino rūgšties (RNR) molekules. Jos yra instrukcijos, pagal kurias surenkamos baltymų molekulės. Na, o kad chemijos požiūriu žmonės ir kitos gyvos būtybės yra baltymų molekulių kompleksai, žinojo jau Friedrichas Engelsas: „gyvybė yra baltyminių kūrų egzistavimo būdas, ir šis egzistavimo būdas savo esme yra nuolatinis tų kūrų cheminių sudėtinių dalių atsinaujinimas“ (Engelsas 1958 (1878): 70).

Aiškinant dalyko esmę šiuolaikinio kompiuterijos amžiaus kalba, DNR yra tokia programinė įranga (*software*), kuri sugėba pasigaminti techninę įrangą (*hardware*). Įsigydami kompiuterį, atskirai perkame techninę įrangą (*hardware*) ir programinę įrangą (*software*), kurią paskui instaliuojame į techninę įrangą. Įsivaizduokime, kad programinė įranga yra ampulėje, kurios turinį išleidę į kibirą su organinių medžiagų buljonu, kitą rytą vietoj jo randame tinkamą naudoti kompiuterį. Gyvi organizmai ir yra tokie programinės įrangos sukurti biokompiuteriai, kurie nuo šiuo metu parduodamų kompiuterių skiriasi tuo, kad jų techninė įranga yra ne kietoji (*hardware*), o šlapioji (*wetware*).

Tačiau tas skirtumas nėra toks įdomus, kaip kitas, kuris išryškėja lyginant dirbtinius kompiuterius su biokompiuteriais (gyvais organizmas). Informacija, kurią apdoroja

dirbtiniai kompiuteriai, yra užkoduota naudojant dviejų reikšmių kodą (0 ir 1). Tas kodas, kuriuo surašytos baltymų sintezės instrukcijos („komandos“), yra keturių reikšmių. Kitaip sakant, jis sudarytas iš keturių „raidžių“. Tai yra 4 DNR sudarantys nukleotidai: adeninas (A), timinas (T), guaninas (G) ir citozinas (C). Šie nukleotidai jungiasi į trejetus, kurie gali skirtis ne tik į jų sudėtį įeinančiomis „raidėmis“, bet ir jų eilės tvarka. Šie trejetai (kodonai) ir neša informaciją, kokia tvarka aminorūgštys jungiasi į baltymo molekulę. Išmokę dėlioti nukleotidus, galime surašyti „instrukciją“, kaip iš aminorūgščių surinkti baltymų molekules, o jas pačias – jungti į sudėtingesnes struktūras (tokias, kaip ląstelių membranos): sintetinti gyvus organizmus.

Nors sintetinė biologija yra jauna technologijos šaka, jau dabar joje galima išskirti bent tris tyrimų sritis (žr. ETC Group 2007: 13–22).

(1) Dirbtinių gyvų organizmų (kol kas tik bakterijų) kūrimas – sintetinė genomika. Šioje srityje savo ruožtu galima išskirti dvi kryptis arba strategijas. Galima įsivaizduoti tokią strategiją, kuri sukuriamas „iš apačios“ – surenkant gebančią daugintis ląstelę iš makromolekulių. Tačiau kol kas daugiausia pasiekta taikant strategiją „iš viršaus“. Šiuo atveju atspirties taškas yra „natūralus“ mikroorganizmas, kurio genomas toliau redaguojamas. Tas darbas apima, pirma, perteklinių genų pašalinimą. Tokių genų buvimas, matyti, yra ir bus vienas iš skiriamųjų „natūralių“ ir „dirbtinių“ gyvų organizmų požymių. Ne tik daugialąsčių (tokių, kaip žmogus), bet ir vienialąsčių gyvūnų genomuose dauguma informacijos yra perteklinė. Ji nepanaudojama „statant“ organizmo „techninę įrangą“ – ląstelių

membranas ir vidaus organus, bei reguliuojant jų veikimą.

Tačiau ta perteklinė informacija sukelia daug keblumų mėginant genomą modifikuoti tradiciniu ar amatininkišku „krapštinėjimo“ būdu: įterpiant į jį geną, kuris organizmui suteiktų naudingų savybių. Pertekliniai genai gali nemumatytu būdu paveikti įterpto geno veikimą. Tik po daugybės bandymų gali būti gautas „reikiamas“ rezultatas. Išėitis – pašalinti iš ląstelės visą perteklinę informaciją, paverčiant pirminį organizmą „važiuokle“ ar vilkiku be „prikabos“, o toliau į jį diegti „reikalingus“ genus („prikabą“). Būtent tokia „važiuoklė“ yra Johno Venterio sukurta *Mycoplasma laboratorium*. Ji sukurta suredagavus „natūralios bakterijos“ *Mycoplasma genitalium* genomą. Ji buvo pasirinkta dėl to, kad turi santykinai „trumpą“ genomą, kurį sudaro 517 genai ir „tik“ 580 000 nukleotidų. Po redagavimo liko 381 genas. Kai kada nors biologiniai androidai taps tikrove, „natūralūs“ ir „dirbtiniai“ žmonės atpažins vienas kitą pagal tai, ar (o gal tik – kiek) „redaguotas“ vienu ir kitų genomus.

(2) Standartizuotų DNR modulių su žinomomis funkcijomis (bioplytų) konstravimas ir kaupimas, kad prireikus tomis bioplytomis būtų galima pasinaudoti. DNR modulio sąvoką Marvinas Cassmanas apibrėžia taip: „tai genų ir jų produktų aibė, kurios emerđžentinė pasekmė yra tam tikros užduoties beveik autonomiškas atlikimas – taip, kad jos įvestys ir išvestys gali būti numatomai modeliuojamos (*predictively modelled*) ir patvirtintos eksperimentu“ (cit. iš Moore 2009: 121). Labiausiai šiame darbe pasižymėjo amerikiečių biologas Drew Endy, Massachusettso technologijos institute įkūręs

atviros prieigos „Standartinių biologinių dalių registrą“¹².

(3) Nežemiškos gyvybės kūrimas. Žemiška gyvybė pagrįsta DNR su jos keturių reikšmių kodu. Nežemiška gyvybė būtų tokia, kuri naudoja genetinį kodą su kitokių reikšmių (5, 6, ..., 12,...) skaičiumi. Nežemiška galima vadinti ir gyvybę, kurios genetinis kodas užrašytas ne DNR, o kokioje nors kitoje medžiagoje; arba tokia, kurios techninė, ar šlapioji, įranga yra sudaryta ne iš baltymų, o kurios nors kitos medžiagos (pvz., silicio junginių). Tokio tipo organizmai gali sudaryti nežemiškų civilizacijų populiacijas, kurios atsirado „natūraliu“ (evoliucijos) būdu. Pagal vieną iš hipotezių apie gyvybės atsiradimą Žemėje, dabartinių mikroorganizmų, kuriuose genetinės informacijos nešiklis yra DNR, pirmtakas buvo organizmai, kuriuose šią funkciją atlieka peptidinė nukleorūgštis (PNR) (žr. Nielsen 2007). Ji šiuo metu gamtoje (Žemėje) neaptinkama (buvo susintetinta prieš daugiau kaip du dešimtmečius). PNR savo struktūra panaši į DNR ir RNR, bet skiriasi nuo jų savo karkasu. DNR ir RNR molekulių karkaso svarbiausia rišamoji medžiaga yra fosforas, o PNR šis vaidmuo tenka azoto junginiams glicinams.

Skaitytojas, turėjęs kantrybės perskaityti straipsnį iki šios vietos, jau turėtų atsidusti ir užduoti sakramentalų klausimą: o kokia iš tos biotechnologijos praktinė nauda? Ar tai nėra saujelės svaičiotojų „išmislas“? Kaip sintetinė biologija gali tapti ne daugiau ir ne mažiau kaip naujo kapitalistinio gamybos būdu technologiniu pagrindu?

Biotechnologinė industrija egzistuoja jau seniai (žr. Sager 2001). Tačiau dauguma

jų gamina vaistus, o farmacijos pramonės šalutiniai efektai (*spillover effects*) kitoms ūkio šakoms nėra stiprūs. Nauji produktai sukuriama maždaug per 15 metų, o atsiperka per 10, kartais ir daugiau metų (priklausomai nuo rinkos pločio ir alternatyvių produktų konkurencijos). Tai nėra rodikliai, kurie būdingi užgimstančioms nešančiosioms šakoms. Sintetinės biologijos virsmą šeštosios Kondratjevo bangos nešančiąją industriją (ūkio šaką, paskui save tempiančią ir revoliucionizuojančią tradicines šakas) veikiausiai reikia sieti su naujų biotechnologijos krypčių atsiradimu ir jų sinteze nanotechnologijų pagrindu. Būtent šios naujos biotechnologinės industrijos atsiradimas ir siejamas su sintetine biologija. Štai kai kurios iš tų būsimos „žaliosios ekonomikos“ šakų¹³.

(1) Bioenergetika, kuri pakeistų atominę ir angliavandenių bei angliavandenilių iškasenas naudojančią tradicinę energetiką. Bioenergetika galės su ja konkuruoti, kai energijos sąnaudos biokuro gamybai pasidarys mažesnės už biokuro energinę vertę. Šiuo metu nėra technologijų, kurios leistų pagaminti, pavyzdžiui, vieną litrą etilo spirito, sunaudojant mažiau energijos, negu galima gauti (ir juolab panaudoti) tą litrą sudeginant. Viliamasi, kad dirbtines bakterijas pavyks užprogramuoti pigiai gaminti etilo spiritą, vandenilį ir kitokias energines medžiagas, naudojant joms „šerti“ bet kokią biomasę (svarbu, kad jos būtų daug), ar įsisavinti anglį tiesiogiai iš oro, kaip tai daro augalai („dumblių“ energetika). Tokia bionergetika būtų „angliai neutrali“ (*carbon-neutral*), nes ji nedidintų anglies dioksido kiekio atmosferoje, kas laikoma pagrindine klimato atšilimo priežastimi.

¹² Žr. http://partsregistry.org/Main_Page [žiūrėta 2011 m. liepos 25 d.].

¹³ Žr. Sager 2001; ETC Group 2009.

(2) Industrinė biotechnologija, kuri pakeistų tradicinę gamybą, naudojančią aukštas temperatūras ir didelius energijos kiekius bei nuodingus chemikalus (rūgštis, silikatus ir pan.), žemų temperatūrų, žemos energijos reakcijomis.

(3) Biotechnologinė ekologinė inžinerija. Pavyzdžiui, oro, vandens ar dirvožemio valymas specialiai tam sukurtais mikroorganizmais, kurie susinaikina atlikę savo užduotį.

(4) Biokompiuterija (*biocomputing*). Šiuolaikinių kompiuterių mikroschemos yra iš silicio. Tačiau jos gali būti pagamintos ir iš nukleorūgščių, baltymų molekulių. Tokia „pašlapinta“ techninė kompiuterinė įranga sunaudotų mažiau energijos.

(5) Medicininės biotechnologijos. Šia biotechnologinės industrijos šaka plačioji visuomenė domisi bene aktyviausiai. Daugiausia vilčių siejama su genomine (individualizuota) farmakologija ir kamieninių ląstelių technologijomis. Abi jos leistų išspręsti problemas, su kuriomis šiuolaikinė medicina susiduria dėl žmogaus imuninių sistemų individualumo. Genominė farmakologija pakeistų tradicinę farmakologiją, kurioje vaistai išbandomi ir skiriami pagal jų vidutinį poveikį populiacijai, neatsižvelgiant į individualius konkretaus organizmo biochemijos ypatumus. Kamieninių ląstelių technologijos leistų apeiti problemas, kurios iškyla transplantuojant organus dėl individų imuninių sistemų skirtumų (būtų galima konkrečiam individui „užauginti“ širdį ar inkstą iš jo kamieninės ląstelės).

Suprantama, kodėl masinės informacijos priemonės daugiausia informuoja apie medicininių biotechnologijų laimėjimus. Iš jų tikimasi vaistų nuo šiuo metu vis dar neišgydomų ligų, taip pat gyvenimo trukmės

pailginimo. Didžiulio dėmesio ir bioetinių diskusijų sulaukė gyvūnų klonavimas ir žmogaus klonavimo perspektyva. Tačiau savo padariniais pasaulio ekonomikos raidai kur kas reikšmingesnė gali būti pažanga (1)–(4) tipo biotechnologijų srityse, kur proveržio tikimasi iš Venterio sukurtų *Mycoplasma laboratorium* „biovažiuklių“. Į tokias „važiukles“ tikimasi implantuoti genus, programuojančius bakterijas atlikti tuose punktuose suminėtus darbus – perdirbti bet kokias organines medžiagas į degalus, apdoroti medžiagas, valyti aplinką ir t. t. Tokie programuojami mikroorganizmai pakeistų šiuolaikinius chemijos fabrikus.

Biotechnologijų žvaigždžių valanda ateis, kai visus šiuos dalykus su jų pagalba bus galima atlikti pigiau, palyginti su dabartinėmis (ateityje – „tradicinėmis“) technologijomis. Kai jos pasidarys komerciškai pritaikomos ir konkurencingos netgi be valstybės subsidijų, prasidės „žaliojo kapitalizmo“ era.

4. Kada kapitalizmas „pažaliuos“ ir kas iš to Lietuvai?

Galbūt ateities istorikai pirmos dirbtinės ląstelės sukūrimą laikys ne mažiau svarbiu technikos istorijos įvykiu, koku dabartiniai istorikai laiko pirmo veikiančio vidaus degimo variklio ar integruotos mikroschemos sukūrimą. Bet iki biotechnologinė pramonė taps nešančiąja visos ekonomikos šaka (*carrier branch*), t. y. pelningiausia ir sparčiausiai augančia ūkio šaka, paskui save traukiančia ir tradicinius ekonomikos sektorius, tikriausiai turės praeiti ne mažiau laiko, negu praėjo nuo automobilio išradimo iki visuotinės automobilizacijos arba nuo pirmųjų kompiuterių sukūrimo iki pigių stalinių kompiuterių (PC) pasirodymo rinkoje.

XX amžiaus pradžioje „buvo toks daiktas, kaip aeroplanas, bet kas žinojo, kad jis taps svarbia transporto priemone, o ne paliks tik žaisliukas?“ (Constans 2002: 36)

Tiesa, yra ir optimistų. Toks yra garsus (žinoma, ne Lietuvoje) išradėjas¹⁴ bei futurologas Ray'us Kurzweilis, kuris teigia, kad technologijų raida vyksta su pagreičiu. Todėl biologija pagrįstos naujos sintetinės biotechnologijos esą išsivys greičiau, negu anksčiau praeidavo laiko nuo išradimų iki naujų nešančiųjų ekonomikos šakų iškilimo. Kurzweilis teigia, kad jau apie 2045 metus bus pasiektas vadinamasis transžmogiškojo singuliarumo (*Transhuman Singularity*) būvis. Jis ateis, kai žmonės „transcenduos biologiją“, sėkmingai panaudoję nanobioinžineriją sukurti kompiuteriams, kurie bus „smarkesni“ už žmones. „Tai bus ateities periodas, kuriame technologinės kaitos tempas bus toks greitas, kad žmonių gyvenimas pasikeis. Nors ši epocha nebus nei utopinė, nei distopinė, ji pakeis konceptus, kuriais mes pasikliaujame suteikdami prasmę savo gyvenimui, pradedant mūsų verslo modeliais ir baigiant žmogiškojo gyvenimo ciklais, įskaitant ir pačią mirtį“ (Kurzweil 2005: 7).

Bene pagrindinis Kurzweilio argumentas – apeliacija į vadinamąjį Moore'o dėsnį. Taip jis vadinamas pagerbti informatikos ekspertą Gordoną Moore'ą (firmos *Intel* įkūrėją), kuris 1965 m. pastebėjo, kad kompiuterių procesorių greitis padvigubėja kas dveji metai, per tą patį laiko tarpą dukart sumažėjant jų dydžiui. Moore'as teigė, kad ši eksponentinio kompiuterių tobulėjimo tendencija išliks ir apžvelgiamoje ateityje. Jau 50 metų, kai skaičiavimo technikos

pažanga tokiu tempu ir vyksta. Ekstrapoliavęs tą tendenciją į dar tolimesnę ateitį, Kurzweilis ir prognozuoja palyginti artimą daug tobulesnio už žmogaus protą dirbtinio intelekto atsiradimą, kuris tokiais pat tempais evoliucionuos ir toliau, pranokdamas viską, ką šiuo metu galime įsivaizduoti.

Vis dėlto į šią prognozę reikia žiūrėti labai atsargiai, kaip ir į visas prognozes, pagrįstas paprasta dabar matomų eksponentinio augimo tendencijų ekstrapoliacija. Yra autorių, kurie net teigia svarbių inovacijų dažnio sumažėjimą (Hubert 2005). Eksponentinės technologijų pažangos stabdžiu gali tapti svarbių mokslo atradimų brangimas ir net pačios gamtos kaip pažinimo objekto išsėmimas. Tokio išsėmimo galimybę keblu neigti mokslinio realizmo kaip mokslo filosofijos požiūriu (žr. Norkus 2006a). Mokslo ir technologijos pažangą gali pristabdyti vertybiškai ir kultūriškai motyvuotas žmonių pasipriešinimas (žr. Norkus 2006b). Kaip rodo jau dabar labai stiprus nepasitikėjimas genetiškai modifikuota žemės ūkio produkcija, jis bus didelė kliūtis ir greitam „žaliojo kapitalizmo“ atėjimui. Atsižvelgę į šias aplinkybes bei darydami prielaidą, kad Kondratjevo bangų kylančių ir smunkančių fazių trukmė nesikeičia, neturime svaraus pagrindo teigti, kad kapitalizmas „pažaliuos“ dar iki 2030 metų. Dar mažiau pagrindo turime manyti, kad ateinanti šeštoji Kondratjevo banga bus paskutinė. Darant prielaidą, kad Kondratjevo banga trunka 45 ± 10 metų, labiausiai tikėtina, kad kaip tik dabar prasidedanti besileidžiančioji skaitmeninio kapitalizmo bangos fazė truks apie 20 metų, o biokapitalizmo bangos kylančioji fazė prasidės apie 2030–2035 metus.

Technologiniai proveržiai ir anksčiau sukeldavo baimę bei pasipriešinimą dėl

¹⁴ Programos ir įranga, „mokanti“ atpažinti spausdintas raides, yra R. Kurzweilio išradimas.

tikrų ir įsivaizduojamų naujų technologijų keliamų grėsmių. Tačiau biotechnologijų keliamos baimės ir pasipriešinimas gali būti lyginamas tik su tuo, su kuriuo susiduria branduolinė energetika. Baimės turi realų pagrindą (žr. ETC Group 2009). Dirbtiniai biologiniai organizmai gali evoliucionuoti, todėl jų pramoninis naudojimas gali turėti nenumatytų padarinių. Pavyzdžiui, gali atsirasti naujų užkrečiamųjų ligų, iš jų ir mirtinai pavojingų. Sintetinė biologija tinka ir biologiniam masinio naikinimo ginklui kurti. Tokį ginklą gali susikurti ir sintetinėje biologijoje pasikausę teroristai. Pats sumanymas kurti naujas gyvybės rūšis nuodėmingas krikščioniško fundamentalizmo požiūriu. Ar gali žmonija neutralizuoti „žaliosios ateities“ grėsmes, sustabdydama technologijų pažangą?

Apskritai istorijoje galima rasti savanoriško tam tikros technikos išsižadėjimo ar uždraudimo priesaščių. XV amžiuje Kinija atsisakė okeaninės laivininkystės, dėl ko ne kinai atrado Ameriką (ir Europą), o europiečiai atrado Ameriką (ir Kiniją). XVII amžiaus pradžioje įsitvirtinusi valdžioje nauja Japonijos faktinių valdovų Tokugava dinastija šalyje uždraudė šaunamuosius ginklus¹⁵. Antropologams žinoma fundamentalistinė krikščionių Amiš denominacija, kurios nariai naudojami ne naujesne kaip XVII amžiaus technika. Gal galima ir globali biokonservatizmo ar bioludizmo pergalė?

Vis dėlto visi šie sąmoningo technikos pažangos sustabdymo atvejai yra iš ikitechnologinio ir ikikapitalistinio laikotarpio.

¹⁵ Nominaliai Japonijos valdovai yra imperatoriai, bet daugeliu jos istorijos laikotarpių tai tebuvo fikcija, kai realiai (bet imperatorių vardu) šalį valdydavo vyriausieji karo vadai siogunai.

Technologijos autonomiją galima panaikinti tik kartu su technokapitalistine ekonomine sistema. Žlugus komunizmo sąjūdžiui, kuris tai labai rimtai mėgino padaryti, technologijos autonomijai (ir pažangai) niekas nebegresia. Jeigu labiausiai išsivysčiusios šiuolaikinės Vakarų kapitalistinės šalys imtųsi rimtų žingsnių stabdyti ar riboti biotechnologijų pažangą, jos rizikuotų, kad tokias technologijas pirmos sukurs Indija, Kinija ar kitos žmonijos „auksiniam milijardui“ dar nepriklausančios šalys, tapdamos technokapitalizmo lyderėmis. Iš tikrųjų, nėra jokių ženklų, kad būtų rimtų ketinimų įstatymais stabdyti sintetinės biotechnologijos raidą. Uždraustas tik žmonių klonavimas, JAV – taip pat ir eksperimentai su žmogaus kamieninėmis ląstelėmis.

Tačiau tie draudimai liečia tik vieną ir ne pačią svarbiausią sintetinės biologijos sritį ir veikiausiai yra laikini. Kaip jau buvo pabrėžta, didžiausias naujos ekonominės revoliucijos potencialas slypi ne medicininėse biotechnologijose, bet tose srityse, kur kuriami ląstelių dydžio nauji „chemijos fabrikai“. Būtent su jomis galima sieti būsimus proveržius bioenergetikos, klimato atšilimo stabdymo (t. y. atšaldymo), pramoninės taršos sumažinimo srityse. Dėl šių dalykų pageidaujamo visuotinai sutariama. Todėl į pačių svarbiausių sintetinė biologija pagrįstų technologijų pažangą visuomenė žiūri be įtarimų. Ir netgi Romos Katalikų bažnyčia, griežtai smerkianti bet kokias biotechnologines naujoves žmogaus reprodukcijos dalykuose, yra visiškai abejinga „nekaltiems“ genų inžinerijos eksperimentams su mikrobais¹⁶.

¹⁶ Žinoma, padėtis gali pasikeisti dirbtiniams mikroorganizmams sukėlus epidemiją ar bent kiek didesnio masto ekologinę katastrofą.

Tiesa, „žaliojo kapitalizmo“ atėjimą gali kiek sulėtinti pasenę gamybiniai santykiai, kurie atitiko Kondratjevo 4 ir 5 bangų lygio gamybinės jėgas, bet taps barjeriais ar pančiais jų naujam šuoliui. Bene svarbiausias argumentas privačios nuosavybės technologijoms ir gamybos priemonių naudai yra vadinamoji bendrų valdų tragedija (*Tragedy of Commons*): kai tam tikras išteklius yra viešas (bendrai naudojamas), tai potencialūs naudotojai yra „kalinio dilemos“ situacijoje. Kiekvienas individualiai gali išlošti daugiausiai, kuo intensyviau tą išteklių naudodamas (nesvarbu, ką daro kiti), o to išteklių gausinimo ar atkūrimo išlaidas palikdamas kitiems. Todėl viešos ganyklos nuganos grynai, žuvis ežeruose ir jūrose išgaudomos, o viešai naudojamos stovyklavietės prižiūkinamos.

Pagal šią logiką pateisinama ir intelektinė nuosavybė. Visos sintetinės biotechnologijos naujovės patentuojamos, mažiausiai 15 metų (pagal JAV patentų įstatymus) paverčiant jas privačia nuosavybe. Žinojimo privatizavimu ir suprekinimu tariamai siekiama išvengti bendrų valdų tragedijos – nepakankamų investicijų į naujų technologijų kūrimą. Jeigu už naują technologiją nereikia mokėti (ji iškart tampa viešąja gėrybe – *Commons*), tai esą neapsimokės jas kurti: geriau palaukti, kol sukurs kitas, ir pasinaudoti „gatavu“. Taip galimybė privatizuoti ir suprekininti žinojimą skatina pažinimo pažangą. Tačiau yra ir kita medalio pusė – vadinamoji neviešųjų valdų tragedija (*Tragedy of Anti-Commons*), į kurią atkreipia dėmesį intelektinės nuosavybės kritikai: investicijos į naujų technologijų kūrimą stabdomos ir tada, kai naujiems rezultatams (o jie nėra garantuoti) gauti reikia nusipirkti pernelyg daug tyrimams reikalingų naujau-

sių žinių. Rezultatai gali neatsipirkti. Taip žinojimo privatizacija ir komercializacija stabdo pažinimo pažangą (žr. Buchanan and Yoon 2000; Heller 2008).

Vis dėlto neviešųjų valdų tragedija gali tik sulėtinti, o ne sustabdyti sintetinės biotechnologijos plėtrą. Kapitalizmas savo raidoje ne kartą pademonstravo gebėjimą modifikuotis – išrasti naujas privačios nuosavybės formas, geriau atitinkančias pakitusias gamybinės jėgas. Nėra svaraus pagrindo abejoti, kad kitaip bus ir būsimos kapitalizmo transformacijos metu. Antai JAV biotechnologijos firmos yra sudariusios patentų fondą (*patent pool*). Tai oligopolinis (pasaulinės rinkos mastu) kartelis, kurio dalyviai gali nemokamai naudotis vienas kito patentais (bioplytomis) (žr. Van Overalle 2009). Jau minėjome Drew Endy įkurtą Standartinių biologinių dalių registrą, kuriame gausėja laisvos „drėgnosios įrangos“, analogiškos atvirojo kodo programoms. Laiku įgijęs pagreitį, laisvos „drėgnosios įrangos“ sąjūdis gali užkirsti kelią analogiško *Microsoft*’ui monopolisto iškilimui genetinės informacijos rinkoje. Taigi, ir apriboti gyvybės suišteklėjimą ir suprekinimą, kame Vytautas Rubavičius išvelgia kapitalizmo „pažaliavimo“ esmę (žr. Rubavičius 2010: 40–68).

Nekelia abejonių, kad būsimoji biokapitalizmas bus toks pat globalus ir ne mažiau neoliberalus, kaip ir dabartinė technokapitalizmo forma – skaitmeninis kapitalizmas. Galima numatyti, kad atsiras naujos socialinės nelygybės formos ir susiskirstymai – tarp išgalinčių ir neišgalinčių pasinaudoti medicininėmis biotechnologijomis, pagrįstomis sintetinė biologija. Visų pirma tomis, kurios skirtos ne gydymui, bet žmogaus pasigerinimui (*human enhancement*) (žr. Fukuyama

2002). Jos bus prieinamos tik turtingiesiems, nors išliks ir viešas medicinos sektorius. Jis bus orientuotas į epideminių ligų, kurias sukels nauji virusai ir mikrobai, gydymą ir profilaktiką (panašu į nemokamas antiviruses programas). Bus gyventojų apsaugos nuo bioteroristinių išpuolių sistema. Taigi, atsiras naujos galios ir savasties technikos bei technologijos. Pretenzijos į aukštą statusą bus įtvirtinamos per mitybos būdą (aukšto statuso žmonės vartos tik brangius „natūralius“ maisto produktus, žemo – biosintetinius). Bus mitybos luomai. Atsiras naujos klasių kovos formos, panašios į kompiuterinį „piratavimą“ (biopiratavimas).

Daugiausia sintetinės biologijos centru bei firmų, pajėgių atlikti komercinę DNR sintezę, yra JAV ir Europoje. Tikėtina, kad dabartinės biotechnologinės industrijos geografinio išsidėstymo tendencijos išliks ir ateityje – JAV ir jos geopolitinės sąjungininkės išsaugos technologinę lyderystę, taigi liks naujųjų globalinių gamybos grandinių viršūnėse (tam tikslui, tiesą sakant, ir sukurtas ką tik minėtas genetikos patentų kartelis). Naujosios biotechnologinės industrijos leis išsivysčiusioms Šiaurės šalims išsiversti be daugelio žaliavų, kurias ligi šiol tekdavo importuoti iš neišsivysčiusių ar mažiau išsivysčiusių šalių. Tačiau vargu ar biosintetikai joms leis pasiekti energetinę nepriklausomybę. Mat bioenergetikai plėtoti reikalingi milžiniški biomasės kiekiai, kuriuos lengviausia užauginti karšto (ypač atogrąžų) klimato šalyse. Didžiausių galimybių šalis – Brazilija, būsimoji „biomasės Saudo Arabija“, kur jau dabar apie 50 procentų automobilių sunaudojamo kuro sudaro etanolis (žr. ETC Group 2009: 9).

Gana patraukli vieta investuoti transnacionalinėms korporacijoms bus ir Lietuva.

Dėl palyginti šalto klimato (nors jis, reikia tikėtis, atšils) Lietuva negali konkuruoti su atogrąžų šalimis biomasės produktyvumu. Gyventojų skaičius ir tankumas dar per didelis. Tuo netruko įsitikinti danų agrokonzernai, kurių siekiamas statyti gigantiškas kiaulides priešinas vietos gyventojai. Jie trukdo ir vėjo jėgainių statybai. Tačiau dėl palankios geografinės padėties (nedidelis nuotolis nuo labiausiai išsivysčiusių Europos šalių) ir palankių transnacionaliam kapitalui demografinių tendencijų (iki 2030 m., kai naujoji bioenergetika įsibėgės, Lietuvos gyventojų skaičius gali sumažėti iki 2 mln.) Lietuva galės tapti vienu iš Europos bioenergetikos išteklių centru.

Užsienio agrokonzernai, supirkę iš žemės ūkio besitraukiančių ūkininkų žemes ir sutelkę juos į didelius masyvus, augins didžiulius biomasės kiekius, kurie čia pat bus perdirbami į biodegalus ar naudojami elektros energijai gaminti. Visur plytės didžiuliai laukai, kuriuose augs greitai užaugantys ir daug anglies iš atmosferos sutraukiantys augalai (labai perspektyvi kultūra yra Sosnovskio barščiai). Kur ne kur stovės baltai dažyti didžiuliai konteineriai. Į juos bus kraunama biomasė. Ji bus perdirbama į biodegalus, kurie bus laikomi šalia stovinčiose didelėse cisternose. Juos retsykiais išveš degalovežiai. Intensyviausios gamybos rajonuose transporto išlaidoms sumažinti bus nutiesti degalotiekiai, kuriais biokuras tekės į Klaipėdą. Nepaisant beprotiškai pažangios gamybos technologijos, Sosnovskio barščių ir kitų didelės biomasės augalų auginimui visgi reikės menkai kvalifikuotos darbo jėgos. Trūkstant vietinių darbo jėgos išteklių, juos pakeis imigrantai iš Azijos ir Afrikos šalių. Tačiau didelę

Lietuvos eksporto dalį sudalys „natūralūs“ produktai, skirti Europos turtingiesiems. Šiame sektoriuje dirbs nacionalinis smulkus ir vidutinis žemės ūkio verslas.

Padėti Lietuvai tapti biomasės Kuveitu prie Baltijos gali ir dviejų Lietuvos modernių biotechnologinių kompanijų – „Fermentas Ltd“ ir „Sicor Biotech“, susikūrusių sovietiniais laikais Vilniuje veikusio visasajunginio biotechnologijos instituto pagrindu, – tarptautinė sėkmė (žr. Frank 2008). Tačiau būtų skubota daryti išvadą, kad Lietuvoje jau formuojasi biotechnologinės industrijos klasteris¹⁷. Lietuviškos biotechnologinės firmos yra transnacionalinių kompanijų filialai: grandys tarptautinėse gamybos grandinėse, kurių lietuviai nevaldo ir nekoordinuoja. Nėra duomenų, kad šios firmos būtų horizontaliai integruotos su kitomis firmomis Lietuvoje. Taigi, jos yra aukštųjų technologijų salos tradicinės trečiosios ir ketvirtosios Kondratjevo bangų lygio pramonės aplinkoje. Vis dėlto tokios firmos, o svarbiausia – tinkamas intelektualinis kapitalas kartu su didesniais derlingų žemių plotais ir piečiausia geografinė padėtis yra privalumai, kurie gali suteikti Lietuvai

¹⁷ Taip teigia Giedraitis ir kt. 2009.

LITERATŪRA

Buchanan, James M.; Yoon, Yong, J., 2000. Symmetric Tragedies: Commons and Anticommons. *Journal of Law and Economics* 43 (1): 1–13.

Chandler, Alfred D., Jr., 1977. *The Visible Hand. The Managerial Revolution in American Business*. Cambridge, Mass: The Belknap Press of Harvard University Press.

Chandler, Alfred D., Jr., 1990. *Scale and Scope. The Dynamics of Industrial Capitalism*. Cambridge, MA: The Belknap Press of Harvard University Press.

lyginamųjų pranašumų regioninėje konkurencijoje dėl transnacionalinių biotechnologijų kompanijų investicijų. Biokapitalistinė Lietuva gal net pagaliau pasivys ir pralenks Estiją.

Išvados

1. Technologinis determinizmas yra klaidingas kaip universali socialinės kaitos priešasčių teorija, tačiau atspindi išsivysčiusių kapitalistinių visuomenių (pradedant trečiaja Kondratjevo banga) raidos mechanizmus.
2. Penktasis kapitalistinis gamybos būdas (pofordistinis skaitmeninis kapitalizmas) šiuo metu įžengia į ilgalaikės struktūrinės krizės, būdingos Kondratjevo bangų „besileidžiančioms“ fazėms, laikotarpį.
3. Šiuo laikotarpiu susiformuos biokapitalistinio gamybos būdo pagrindai, kuriuos paklos sintetinė biologija – naujas technomokslas, kuriantis dirbtines gyvybės rūšis.
4. Šiuo metu Lietuvoje vykstantys demografiniai ir ekonominiai pokyčiai kuria palankias sąlygas biokapitalistinei Lietuvai tapti žaliuoju Kuveitu prie Baltijos krantų.

Constans, Aileen, 2002. Coding with Life's Code: Applications and Developments in DNA-based Computing. *The Scientist* 16 (23): 36–39.

Deplazes, Anna, 2009. Piecing Together a Puzzle. An Exposition of Synthetic Biology. *Embo Reports* 10 (5): 428–432.

Engelsas, Friedrichas, 1958 (1878). *Anti-Diuringas. Pono Eugenijaus Diuringo padarytas mokslo perversmas*. Vilnius: Politinės ir mokslinės literatūros leidykla.

ETC Group, 2007. *Extreme Genetic Engineer-*

ing. *An Introduction to Synthetic Biology* [žiūrėta 2011 m. liepos 27 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.etcgroup.org/upload/publication/602/01/synbioreportweb.pdf>>.

ETC Group 2010. *The New biomassers: Synthetic Biology and the Next Assault on Biodiversity and Livelihoods* [žiūrėta 2011 m. liepos 27 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.etcgroup.org/upload/publication/pdf_file/biomassers_v12.pdf>.

Foucault, Michel et al., 1987. *Technologies of the Self: A Seminar With Michel Foucault*. Amherst: The University of Massachusetts Press.

Fukuyama, Francis, 2002. *Our Posthuman Future: Consequences of the Biotechnology Revolution*. New York: Farrar, Straus, and Giroux.

Ellul, Jacques, 1964. *The Technological Society*. New York: Alfred A. Knopf.

Frank, Peter, 2008. *Lithuanian Biotech Growing Fast* [žiūrėta 2011 m. liepos 27 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.innovations-report.com/html/reports/life_sciences/report-106502.html>.

Freeman, Christopher; Loučá, Francisko, 2001. *As Time Goes By. From the Industrial Revolutions to the Information Revolution*. Oxford: Oxford UP.

Giedraitis, Vincentas; Notten, Tom; Rastenienė, Aušra, 2009. Business Clusters and the Potential of the Biotechnology Sector in Lithuania. *Ekonomika* 87: 81–89.

Heller, Michael, 2008. *The Gridlock Economy: How Too Much Ownership Wrecks Markets, Stops Innovation, and Costs Lives*. New York: Basic Books.

Hubert, Jonathan, 2005. A Possible Declining Trend for Worldwide Innovation. *Technological Forecasting & Social Change* 72 (8): 980–986.

Ingold, Timothy, 1986. *Evolution and Social Life*. Cambridge: Cambridge: Cambridge UP.

Ingold, Timothy, 2000. *The Perception of the Environment: Essays in Livelihood, Dwelling, and Skill*. London: Routledge.

Kalenda, Česlovas, 2000. Ekologinė problema: turinis, esmė, ištakos. *Problemos* 5: 42–54.

Kalenda, Česlovas, 2002. *Ekologinė etika: ištakos ir dabartis*. Vilnius: VU leidykla.

Kalenda, Česlovas, 2003. Ekologinės etikos apibrėžtis ir funkcijos. *Problemos* 63: 116–122.

Kurzweil, Ray, 2005. *The Singularity is Near: When Humans Transcend Biology*. New York: Viking.

Marxas, Karlas; Engelsas, Friedrichas, 1949 (1848). Komunistų partijos manifestas. In: Marxas,

Karlas; Engelsas, Friedrichas. *Rinktiniai raštai dviem tomais*. Vilnius: Valst. polit. ir moksl. lit. I-kla, p. 8–38.

Marxas, Karlas, 1949 (1859). Dėl politinės ekonomijos kritikos. Pratarė. In: Marxas, Karlas; Engelsas, Friedrichas. *Rinktiniai raštai dviem tomais*. Vilnius: Valst. polit. ir moksl. lit. I-kla, t. 1, p. 302–306.

Moore, Andrew. 2009. „A Day of Systems and Synthetic Biology for Non-experts“, *BioEssays*, Vol. 31(1), p. 119–124.

Nielsen, Peter, 2007. Peptide Nucleic Acids and the Origin of Life. *Chemistry and Biodiversity* 4 (9): 1996–2002.

Norkus, Zenonas, 2003 (2001). *Max Weber ir racionalus pasirinkimas*. Vilnius: Margi raštai.

Norkus, Zenonas, 2006a. Gamtos pažangos prognozių epistemologinės prielaidos. *Problemos* 69: 9–26.

Norkus, Zenonas, 2006b. Apie mokslo pažangos ekonomines ir etines kliūtis bei ribas. *Athena: filosofijos studijos* 1: 50–70.

Norkus, Zenonas, 2010. Kondratjevo bangos ir kapitalizmo tipai. *Sociologija. Mintis ir veiksmai* 2 (27): 13–33.

Rinkevičius, Leonardas, 1997. Paradigmų kaita pramonės ekologizacijos problematikoje. *Filosofija. Sociologija* 1: 29–35.

Rinkevičius, Leonardas, 2000. Ekologinės modernizacijos teorija: esminiai bruožai ir kritinės įžvalgos. *Sociologija. Mintis ir veiksmai* 1–2 (8): 21–42.

Rinkevičius, Leonardas, 2011. *Mokslas, technologija ir visuomenės kaita*. Kaunas: Technologija.

Rubavičius, Vytautas, 2010. *Postmodernusis kapitalizmas*. Vilnius: Kitos knygos.

Sager, Brian, 2001. Scenarios on the Future of Biotechnology. *Technological Forecasting & Social Change* 68: 109–129.

Schiller, Da, 1999. *Digital Capitalism: Networking the Global Market System*. Cambridge (Mass.): The MIT Press.

Suarez-Villa, Luis, 2009. *Technocapitalism. A Critical Perspective on Technological Innovation and Corporatism*. Philadelphia: Temple UP.

Van Overwalle, Geertrui (ed.), 2009. *Gene Patents and Collaborative Licensing Models: Patent Pools, Clearinghouses, Open Source Models, and Liability Regimes*. Cambridge: Cambridge UP.

ON THE COMING SYNTHETIC BIOLOGY KONDRATIEFF WAVE AND BIOCAPITALIST LITHUANIA

Zenonas Norkus

S u m m a r y

The paper discusses technological conditions and political-economical outcomes of the forthcoming scientific-technological revolution. Its technological conditions will be created by the synthetic biology (extreme genetic engineering) as new technoscience in the making which promises the transition from the tinkering modification of the genome of natural life species to the creation of the artificial life species. Mass media focus on the prospects of synthetic biology in the medical biotechnologies. However, the changes in the energetics, technology of traditional and computer industries brought by the advances in the synthetic biology may have much more important economic outcomes, unleashing the 6th Kondratieff wave. The political economical outcome of the synthetic biology technological revolution will be the

formation of the new biocapitalist mode of production which will succeed contemporary digital capitalism. The author rejects technological determinism as general theory of causes of social change. However, technological determinism remains suitable for the explanation of social change in the societies grounded in the technocapitalist modes of production. Prediction by Ray Kurzweil of transhuman singularity imminent after synthetic biological revolution in technology is also rejected. The paper closes with the alternative to the official scenario of development of Lithuania by and after 2030.

Key words: technological determinism, synthetic biology, sixth Kondratieff wave, biocapitalism, Lithuania after 2030.

Iteikta 2011 08 25