

**ЛЮДМИЛА ИВАНЧЕВА\***  
**ФЕНОМЕНЪТ ТЕХНОНАУКА:**  
**СЪВРЕМЕННИ ФИЛОСОФСКО-НАУКОВЕДСКИ АСПЕКТИ**

**Abstract:** The paper traces out the origins and the evolution of the concepts of technoscience, considering the main driving ideas and arguments. The key new moments are outlined, distinguishing the technoscience from the traditional science and technologies. Special attention is paid on the role of social factors in the conceptual maturing in relation to this phenomenon. Further, the basic nowadays philosophical assumptions (in regard of epistemological, ontological and axiological aspects) and some widely accepted views on technoscience in S&T studies are discussed. A generalised idea of technoscience as a convergence and hybridization of science and technologies, forming a new emerging phenomenon, is also presented.

**Keywords:** technoscience; philosophy of technoscience; science & technology studies; technoscience and society; ethics of new technologies.

Нобеловият лауреат по химия за 1987 г. и основоположник на т.нар. супрамолекулярна химия професор Жан-Мари Лен казва по повод на откриването и прилагането на нов тип молекули със структурно-специфични взаимодействия с висока избирателност, наречени криптанди: „В науката е важно не само да откриваш, но и да създаваш“ (Анонимен автор 2018: 26). Това твърдение синтезира по чудесен начин съвременните тенденции в развитието на науката и технологиите, които в последните десетилетия са в процес на усилена конвергенция, породила въвеждането на ново понятие – „технонаука“.

То отразява все по-категоричната им взаимна обусловеност: докато технологиите вече в голяма степен са научно базирани, от своя страна самите те се превръщат във важна предпоставка за развитието на науката. Съвременните научни изследвания могат да доведат до ново фундаментално знание, което да разшири представите ни за света, но и да направи възможно разработването на технологични иновации от всякакъв тип, с най-разнообразни приложения. Много често именно тези иновации, от своя страна, спомагат за достигането до нови научни прозрения, и това е спираловиден процес на взаимно „захранване“, спояващо в крайна сметка науката и технологиите в ново единно явление, обозначено, както казахме, като технонаука. При нея вече обект на изследване и манипулиране са не само естествени обекти, но и изкуствено създадени такива, съобразявайки се със и зависейки в същото време от обществените настроения и интереси, както и от икономически и политически фактори.

„Трансформацията от наука към технонаука става постепенно. Вследствие на това, не всеки научен сектор е достигнал едно и също ниво в този процес. Има клонове на научното знание, при които той до голяма степен

---

\*Проф. д-р в ИИОЗ, БАН. Email: ludmila.ivancheva@gmail.com

вече е приключил, например във физиката или в космологията. В други научни области обаче ситуацията може да е различна. Но в крайна сметка технонаучната трансформация е безусловно широко налагащо се явление в днешно време, което трябва да бъде вземано под внимание“ (Queraltó 2008: 115). В този смисъл все по-широкото използване на математически методи на изследване и на нови технологични решения в социалните и хуманитарните науки (като например създаване на триизмерни холографски образи на ценни археологически находки, навлизането на съвременни физико-химични методи за анализ и датирание и др.) прави възможно по-лесното им „вписване“ в концепцията за „технонаука“.

Очевидно това понятие не е празен откъм съдържание теоретичен конструкт, а отразява значим съвременен феномен, зад който стоят множество съществени обективни явления и процеси в развитието на науката и технологиите, изискващи сериозно философско и научковедско осмисляне. Цел на настоящата статия е, проследявайки развитието на основните тези и концепции за технонаука и идентифицирайки най-важните идеи и фактори, играещи роля в процеса на това теоретично съзряване, да бъдат открити новите характерни тенденции и да се установят отличителните белези на изследвания феномен от гледна точка на философията на науката и наукознанието. Като резултат ще бъде представена обобщаваща научковедска теза, според която науката и технологиите постепенно и неумолимо конвергират в различни аспекти, трансформирайки се в единен, синтетичен феномен – технонаука.

### **Еволюцията на концепцията за технонаука: движещи идеи и постановки**

Идеята за обединение на науката и технологиите на концептуално ниво е всъщност доста отдавнашна. Според Иан Хакинг за неин родоначалник може да се приеме големият ренесансов учен Франсис Бейкън, който асоциира знанието с неговия технологичен аспект, изразен в понятието „способност“ („power“). Той твърди, че науката дава знание за причините на явленията, като същевременно генерира и капацитет за ефективна намеса в тях, т.е. представя науката като съчетание от репрезентация и интервенция. „Бейкън учи, че не само трябва да наблюдаваме природата в суров вид, но и да ‘въртим опашката на лъва’, т.е. да манипулираме нашия свят, за да научим тайните му“ (Hacking 1983: 149). Тоест смисълът на технологиите е в наличието на знание за съответните процеси и създаване на възможност те да бъдат контролирани и в някои случаи – трансформирани чрез конструирани от човека артефакти.

До края на 60-те години на миналия век доминиращата концепция сред философите на науката е, че модерните технологии са пряко приложение на нарастващото научно знание за природата. Класически пример за този философски възглед е статията на Марио Бунге „Технологиите като приложна наука“ (Bunge 1965). Но в публикация, която се появява 20 години по-късно, той в известна степен ревизира това свое виждане (Bunge 1985), по-

сочвайки възможността за един вид автономна креативност в сферата на технологиите в преследване на свои специфични цели. Сега той разглежда технологиите като научно изследване на изкуственото, или като НИРД (научно-изследователска и развойна дейност). Или, с други думи, „технологии могат да бъдат разглеждани като област на знанието, която има за предмет проектирането и конструирането на артефакти, както и планиране на тяхната практическа реализация, настройване, поддръжка и наблюдение от позициите на научното знание“ (Vunge 1985: 231). В този смисъл Гонсалес изтъква, „технологията може да бъде само ‘техно’-‘логос’ (т.е. човешка дейност, която се нуждае от научни знания и практика)“ (Gonzalez 2005: 9).

Според Черникова (Черникова 2013), ако приемем технонауката за чисто приложно знание, значи да обявим края на науката, доколкото тя би спряла да се развива, губейки своя аспект на търсене на истината за света. По-скоро – съвременните технологии се опират на фундаментални знания, а и те самите се явяват механизъм за получаване на ново фундаментално знание. Черникова набляга на неразривната връзка между изследователската дейност сама по себе си и практическото създаване на иновационни технологии. Стремещт обаче е не толкова към задълбочаване на познанието за природата, а е насочен повече към приложния контекст. Знанието става все повече социално-практически обусловено, задавайки нов модел на взаимодействие между науката и обществото. Както отбелязва Юдин (2012), докато преди технологиите се разглеждат като приложение на по-рано получено научно знание, то днес тези процеси „врастват“ помежду си, като научното изследване често още от самото си начало се насочва към получаване на съответен „ефект“, свързан с технологични приложения. Ето защо фундаменталните изследвания придобиват все по-ясно изразен практически характер, а съвременните технологии стават все по-наукоемки.

Според Пит двигателят на науката е технологичен, а не логически или психологически (Pitt 1998). Научната промяна води до промяна в научното обяснение на структурата и функционирането на природата. Тя, от своя страна, е резултат от промени в технологичната инфраструктура, в рамките на която се генерират обясненията. Така например изстрелването на телескопа Хъбъл в космическото пространство дава импулс за разработване на нови космологични теории. Подобно на това, създаването на технология за генно манипулиране трасира пътя към нови теории за генетично развитие. И „колкото по-сложна и зряла е науката, толкова по-вградена ще бъде тя в своята технологична инфраструктура и толкова по-зависима от нея“ (Pitt 1998:136).

Казано по-общо, технологията е престанала да бъде нещо външно по отношение познанието на природата, а се е превърнала във важна предпоставка за развитието на самата наука, както и обратното (Ястреб 2014). Красноречив пример в тази насока е ЦЕРН (Европейската организация за ядрени изследвания), чиито строго фундаментални изследвания инспирираха разработката на най-разпространената понастоящем световна интернет мрежа WWW (World Wide Web), която пък оказва огромно влияние върху

интензифицирането на научните комуникации и улеснява неимоверно продуцирането и разпространението на ново научно знание. Друг характерен пример са космическите изследвания, които дават тласък на множество модерни технологии в сферата на комуникациите, транспорта, енергетиката, опазването на околната среда и пр., които, от своя страна, захранват идейно и инфраструктурно съвременните научни изследвания.

Тези постановки насочват към концепцията, според която, за разлика от класическата наука от ранните години на XX век, чиито приложения в по-голямата си част са резултат на научното разбиране на определени аспекти и обекти от самата природа (като например микроби, молекули, организми и пр.), технонауката се основава именно на „науките за изкуственото“ (Simon 1996). В подкрепа на това схващане Алфред Нордман застъпва тезата, че технонауката предполага „вплитане“ на естествено и изкуствено (Nordmann 2010). Пропоненти на подобна концепция са и други изследователи. Ето например какво твърди Черникова (2013): „Нашият познавателен апарат (...) сега, под влияние на технонауката, се трансформира, вземайки под внимание еволюцията на естественото и изкуственото. (...) Не се моделира обективната реалност, а се конструира неин нов фрагмент, в който се проявява взаимопроникващото единство на природния и човешкия фактор“ (пак там: 181).

Немският философ и социолог Юрген Хабермас определя науката като неразривно свързана с технологиите (Habermass 1971), изтъквайки съществената връзка между тях в процеса на експериментиране. И науката, и технологиите, според автора, се стремят към предвиждане и контрол на събитията, изучавани теоретично и реализирани експериментално или технологично. Технологиите, наред с научното познание, имат своето решаващо значение за оцеляването на човешкия вид. Хабермас обаче твърди, че валидността на научните факти и ефективността на технологичните решения са донякъде независими от обществените интереси и неутрални спрямо някои специфични норми и ценности, проявявайки подобна „натовареност“ едва в контекста на тяхното конкретно приложение, което на по-късен етап е ревизирано като възглед. Тези процеси са идентифицирани и от известния немски философ Хайдегер: „Смята се, че съвременната технология е нещо несравнимо различно от всички ранни технологии, защото се основава на съвременната физика като точна наука. Междувременно забелязваме, че и обратното е вярно: съвременната физика, имаща експериментален характер, е зависима от техническата апаратура и от напредъка в нейното изграждане“ (Heidegger 1977: 14).

Когато Иан Хакинг формулира известния си трактат „Репрезентиране и интервениране“ (Hacking 1983), той се позовава на идеята за наука, която е базирана на амбицията да представя естествения свят чрез формулиране на теоретични концепции и природни закони, допълвайки я с идеята за „намеца“ в него в рамките на експерименталната изследователска практика. В текста на Хакинг репрезентирането и интервенирането са очертани като два

научни модуса за отразяване на природния свят, които са взаимно свързани още от появата на съвременната наука. По-нататък той посочва, че учените са били наясно с хибридният характер на своята дейност от дълго време насам, докато философите на науката са пренебрегвали интервенционисткия аспект на науката, фокусирайки се единствено върху репрезентативния ѝ характер. Неговото желание да признае и двата аспекта на връзката между науката и реалността при обсъждането и анализа на съвременната наука – нейния както репрезентативен, така и интервенционистки характер, изразен в създаването на технологии и артефакти, предизвиква акцентирание върху хибридността на съвременната наука, заложена в термина „технонаука“.

В този смисъл философът на науката Алфред Нордман обръща внимание върху факта, че съвременното технонаучното знание се състои в добиване и демонстриране на базови способности за визуализиране, манипулиране, моделиране или конструиране, за разлика от класическото знание, състоящо се от твърдения, определени да бъдат истинни или емпирично адекватни и записвани като теории или хипотези, обяснения и описания. „Типичната научна публикация претендира, че ‘тук има доказателства, които потвърждават или отхвърлят дадена хипотеза’. Типичната технонаучна публикация показва, че ‘тук представяме това, което сме свършили в нашата лаборатория’. Например важно постижение в нанотехнонауката е да направиш нещо на стайна температура и при атмосферни условия, докато други са изисквали екстремно студ във вакуум“ (Nordmann 2010: 34).

Като цяло етикетът „технонаука“ се отнася експлицитно както до позицията за технологичност и интервениране, така и до тази за репрезентиране. Неразривната връзка между двата възгледа и нейните научни и социални последици е централна тема в литературата, третираща понятието „технонаука“ (вж. Hotois 1984; Latour 1987; Naraway 1997). Според Горохов технонауката може да се разглежда като „симбиоза между фундаментално изследване, техническа теория и инженерна дейност“ (Горохов 2008: 37). Фиделер също е между авторите, подкрепящи подобна теза, като твърди, че съвременната наука се характеризира с хибридизацията на знание и интервенция, като природата е сферата на даденото, а технологията е сферата на човешката активност с цел да се постигне желана цел (Fiedeler 2011). Технологиите се базират на наличното знание за съответните процеси, като дават възможност за тяхното контролиране от страна на човека. Така той активно „твори“ действителност, която едновременно и опознава. С други думи, науката и технологиите постепенно прерастват в нов по характер феномен, обозначен като „технонаука“. Още през 70-те години на миналия век Лейтън достига до подобни изводи: „Науката и технологиите са се смесили. Съвременните технологии включва учени, които ‘правят’ технологии и технолози, които функционират като учени (...) Старото виждане, че фундаменталните науки генерират цялото знание, което технологиите след това прилагат, просто няма да помогне в разбирането на съвременните технологии“ (Leyton 1977: 210).

Както споменахме, концепцията за технонаука извежда на преден план противоречието между природа и технология, между естествено и изкуствено. Според Фиделер това показва, че технологията може да бъде възприемана като хибрид от знание (ноу хау) и интервенция. Той посочва и друг аспект на технонауката, който може да бъде проследен назад до момента на поява на съвременната наука, когато се променя посоката – от идеала за изследвания заради самите себе си (за постигане на знание) към идеята за разбиране на природата, за да можем да я манипулираме с цел обслужване на човешки интереси (Fiedeler 2011).

Фиделер дава пример с полупроводниците: в началото движещ мотив за разработката им е било не само приложението на полупроводниковата физика, но и създаване и доказване на съответните теоретични модели и тяхното математическо описание. За да се постигне това, е било необходимо да се изградят изключително чисти кристали – нещо, което не съществува в природата и изисква невероятни усилия. Кристали, които демонстрират поведение на полупроводници, според автора са *екстремно изкуствени* (Fiedeler 2011). Така, на базата на примера с полупроводниците, Фиделер формулира няколко важни аспекта, които добре характеризират съвременната технонаука:

- тя е основана на производството на екстремно изкуствени обекти, които същевременно са и обект на изследване;
- технологията е от съществено значение за производството на полупроводници с достатъчна чистота;
- чистотата е важна предпоставка за надеждно познание;
- физиката на полупроводниците е строго приложно ориентирана.

Друг пример, който дава същият автор, е с физиката на елементарните частици:

- тя е основана на производството на екстремно изкуствени обекти, които същевременно са обект на изследване;
- технологията е от съществено значение за получаването на тези елементарни частици;
- в известен смисъл, чистотата (в случая – необходимостта от постигане на ултра висок вакуум) е важна предпоставка за тяхното наблюдение и изучаване;
- но, за разлика от физиката на полупроводниците, тези изследвания не са приложно ориентирани (поне на този етап).

От изключителна важност е въпросът какво всъщност отличава технонауката от класическите наука и технологии, и особено – дали при нея се очертава ново отношение между репрезентация и интервенция. Алфред Нордман предлага да се обърнем към сканиращия тунелен микроскоп, широко използван при съвременните нанотехнологии: „С този инструмент повърхността, строго казано, не бива наблюдавана, а опипвана. Тоест, опипвайки обекта на изследване, ние вече не го наблюдаваме пасивно, а активно интервенираме“ (Nordmann 2005: 7). Според Нордман в технотехните изсе-

ледвания теоретичното репрезентиране не може да бъде разграничено, дори принципно, от материалните условия за производство на знания и оттам – от интервенцията, която се изисква за сътворяване и стабилизиране на феномените.

Според постфеноменологичното тълкуване на американския философ на науката и технологиите Дон Айди технонауката е наука, въплътена в инструменти – той възприема чисто инструменталистки подход към разглеждане на науката и тя според него е технонаука именно в този смисъл – че не може да съществува и да изпълнява функциите си без наличието на съответен изследователски инструментариум (Ihde 1991). Подобна концепция застъпва и Ян Шмидт: „Технонауката (...) зависи в значима степен от инструментите и експеримента, от интервенцията и конструирането. Без интервениране, оформяне и манипулиране, научната методология просто не съществува (Schmidt 2011: 103).

Технонауката според Айди е вградена както в материалната култура на човечеството, така и в „материалната инструментализация“ (Ihde 2013). В исторически план човек винаги е бил иновативен, включително в материално отношение чрез разработването на нови технологични решения, а във феноменологичен смисъл човешката перцепция има своето важно значение за развитието на технонауката като хибридизирани наука и технологии, симбиотични като връзка и мултикултурни и плуралистични като произход и разпространение.

Ханс Радер набляга на „отместването“ от понятията „сциентизъм“ и „технокрация“ (Radder 2013) (отразяващи строгия позитивистки подход към доминация на науката или съответно – на технологиите спрямо социалния и икономически прогрес) към „методологически натурализъм“ и „критическа нормативност“, които според Дон Айди (Ihde 2013) са много по-„емпирични“ по характер и подхождат повече на съвременната технонаука. Но най-същественото е, че се въвежда и признава нов статус на т.нар. „технологично знание“, като постепенно се заличава класическото, традиционалистко разграничаване между *têchnè* и *epistême*, за което допринася и нарастващата необходимост от все по-осезаемо и еднозначно съобразяване с човешките потребности, деятелност и ценности. „Онтологичното разграничаване между обектите на *epistême* и *têchnè* се размива, щом инструментите започнат да се използват в научното изследване. Голяма част от нашето емпирично знание е резултат не от пасивно наблюдение с помощта на инструменти, а от интервенция с инструменти и технологични устройства. Наблюдението като източник на емпирично знание се разширява чрез действие, чрез взаимодействие и интервениране в света посредством нашите инструменти“ (Voon 2013: 82). Авторът въвежда понятието „Нов експериментализъм“ (Voon 2013: 79), като акцентира върху епистемологичните аспекти на експеримента, инструментариума, данните и тяхната обработка, както и на различните нива на теоретизиране, които задават нови перспективи за научни изследвания.

## **Ролята на социалния фактор в концептуалното съзряване на идеята за технонаука**

Фиделер посочва в свое изследване, че Франсис Бейкън е вероятно най-изтъкнатата личност, прокламирала като цел на науката подобряването на условията на живот на хората (Fiedeler 2011).

Още в рамките на постпозитивизма автори като Карл Попър, Томас Кун, Имре Лакатош, Майкъл Полани и др. започват да включват във философското разбиране на науката историческо, културно и социално измерение, отправяйки по този начин референции към съвременната концепция за технонаука. По-късно представители на конструктивисткото течение в социологията на науката като Дейвид Блур и Бруно Латур също отделят особено внимание на социалния фактор в научните изследвания и създаването на технологии, като понятието „чиста наука“ се разобличава като фикция, а терминът „технонаука“ се приема в качеството му на обобщение на характеристиките на изследователския процес с неговата хетерогенност и обвързаност с отделни хора, природа, общество, икономика и политика (Latour 1987).

В англоезичната литература терминът „технонаука“ започва да се появява масово след 2000 г., превръщайки се в обект на изследователски интерес като обозначаващ едновременно както технологичния, така и социалния контекст на науката. Технонауката се възприема като отразяваща общоприетото схващане, че научното знание не само е социално обусловено, но за неговата устойчивост и изява във времето е необходима подходяща материална среда. „Технонаучното знание се схваща в дългосрочен план като адекватен инструмент за придобиване на конкурентно предимство на глобалния пазар, за осигуряване на растеж и благосъстояние и за решаване на социални проблеми. Доколкото интересите са отправната точка на технонауката, добре утвърдената в културата дихотомия между факти и ценности се размива още в самото начало на технонаучната практика“ (Schmidt 2011: 103).

Така нареченият феминистки модел на технонауката, който набира популярност в началото на новото хилядолетие, въвежда ключови термини като социална отговорност на науката и технологиите, контрол, „технология на смирение“ и пр. (Haraway 2003; Jasanoff 2003).

Налага се схващането, че в условията на „общество на знанието“ и при т.нар. Модус 2 на знаниево производство разликата между наука и технологии става несъществена, преобладава приложният контекст на изследванията, възниква натиск за по-висока социална релевантност и се засилва ролята на обществеността (Gibbons et al. 1994). Според Кералто, щом като технонауката е ценностно-натоварена (с епистемологични и социални ценности), то философията на технонауката трябва да включи в своя обхват въпроси на научната и технологична политика (Queraltó 2008). Технонауката започва да се разглежда като нова концепция за производство на знание, с нов социотехнократичен дискурс (Chernikova, Chernikova 2015). Гонсалес застъпва



тезата, че тя зависи в своето развитие както от вътрешни конституенти, така и от външни фактори, съчетавайки обективността (като същност и референция, в епистемичен смисъл) и интерсубективни инградиенти – социални, културни, икономически и пр. (Gonzalez 2005). Тези процеси биват сполучливо обобщени така: „Това е технонауката. Смесица от технология, наука и всекидневен живот“ (Papadopoulos 2015: 110).

От гледна точка на нарастващите изисквания за социална отговорност на съвременната наука и на все по-интензивното ѝ обвързване с обществените потребности, ценности, стремежи и нагласи, както и с политическите постановки за по-висока степен на приложимост на изследователските резултати, понятието „технонаука“ далеч по-адекватно отразява тези обективни процеси, включвайки в себе си концепти като „насочени фундаментални изследвания“, „наука за имплементирането“ (отнасяща се към приложение на научни резултати в клиничната практика) и пр. Понастоящем научните и технологични изследвания и иновациите са вече толкова тясно преплетени – концептуално, икономически и политически, че съответното им естество и тънкостите на взаимодействието им стават много трудно разпознаваеми (Fernández 2013).

Като цяло съвременната технонаука обединява традиционни изследователски функции като издигане на хипотези, изказване на идеи, експериментиране, наблюдение, измерване, репрезентиране, изграждане на концепции и теории с цел обяснение на явленията и процесите в света с такива като моделиране и симулиране, проектиране, интервениране и конструиране (ориентирани към творческа трансформация на реалността, била тя естествена или социална), поставяйки ги същевременно в специфичен социокултурен, икономически и политически контекст. Типичен пример са изследванията в областта на генното инженерство и нанотехнологиите, но и лансирането на някои социални теории като спорната джендър идеология, която поражда обществени опасения и дебати не само в научен план, но и на политическо ниво. Според Лейси ценността да получиш разбиране за явленията в света, в настоящата епоха е съчетана със стремеж към разширение на знанието ни за това как да увеличим потенциала си за упражняване на контрол над обективния свят особено когато това може да допринесе за икономически растеж и да отговори на преки житейски интереси (Lacey 2012).

Технонауката предполага по презумпция широко обществено участие главно в обсъждането на политически решения, отнасящи се до социално-чувствителни области като био- и нанотехнологии, генно инженерство, безопасност на мобилните комуникации и свързаната с тях инфраструктура и пр. Като концепция тя кореспондира с изискването за наличие на по-голяма обективност и гарантиране на обществения интерес в процесите на оценка и контрол на научните резултати и продукти чрез практики като „външно рецензиране“ и обществено участие в обсъждането на етическите проблеми. Налага се становището, че следва да бъде създадена обща култура на отго-

ворност по отношение на предизвикателствата, рисковете и възможностите, които биха възникнали в бъдеще и които не биха могли да бъдат предвидени предварително. Тези схващания се обхващат от понятието *етизация на технонауката*, където проблемите на управлението и развитието на съвременните приложни науки и технологии са строго рамкирани в дискурса на етиката и морала (Strassnig 2008).

Пол Форман разглежда тези процеси като своеобразен културно-исторически прелом: „Рязката промяна в културно обусловения примат в отношенията наука–технологии, а именно, от примата на науката по отношение на технологиите преди до около 1980 г. към примат на технологиите спрямо науката приблизително оттогава предлагаме да се приеме за демаркатор между модерността и постмодерността“ (Forman 2007: 1).

### **Съвременната технонаука: характерни моменти във философското ѝ осмисляне**

Онтологията и епистемологията на технонауката определят до голяма степен нейното философско осмисляне. Ако технонауката се приеме за нов изследователски феномен, различен от традиционните наука и технологии (означавайки тяхната симбиоза и хибридизация), то тя трябва да има и своите онтологични специфики, които я диференцират от тях. Най-същественото в този контекст е, че технонауката предлага нов подход към реалността: тя се възприема като нещо, което подлежи на активно антропогенно въздействие и изменение; в онтологичен и епистемологичен план технонауката съчетава познанието с интервенирането в природните и обществените процеси (изразяващо се в съответна намеса и въздействие), като неотклонно *активно и насочено* трансформира човешкия свят. Тоест онтологично технонауката отрежда нова роля на хомо сапиенс като активен субект на еволюцията (човешка, обществена и на този етап – геологична, на следващ етап – с все по-широки космически измерения); реалността се превръща в нещо силно пластично, адаптивно и моделируемо, като все по-силно се размиват границите между действителност и виртуалност.

С напредването на технонауката и с експанзията на виртуалната реалност настъпва относителна неразличимост на действителност от изкуствено създадена среда. Моделният референт на реалността с помощта на технонауката постепенно се превръща в нов вид „актуална реалност“, доколкото придобива трансформативен потенциал и задава нови версии на възможна реалност. Според Азума (Azuma 1997) т.нар. добавена или обогатена реалност представлява среда, която включва виртуална реалност и елементи от реалния свят. Например потребител може да носи прозрачни очила, през които да вижда както реалния свят, така и изображения, генерирани от компютър и проектирани върху картината на околния свят. Азума дефинира добавената реалност като система, която комбинира реално и виртуално, интерактивна е в реално време и работи в три измерения. Според автора добавената реалност има потенциал за широко приложение в медицината,

научните изследвания, индустрията, архитектурата, забавленията, военното дело и др.

Според Черникова (2013) в онтологичен план предмет на изследване стават не отделни обекти, а сложни комплекси, в които човек играе съществена роля – и като своеобразен референт на обективната реалност, който може да я моделира и „познава“, но и като „сътворител“ на фрагменти от реалността. Наблюдава се размиване на границите между понятията „естествено“ и „изкуствено“, както и разпад на субектно-обектния дуализъм, доколкото артефактите се превръщат в равнопоставени системни компоненти в сложния конгломерат от обекти и взаимодействия, който обозначаваме като „реалност“, а дори човек като субект на научното търсене и на създаването на технологични и социални иновации придобива все повече „изкуствени“ елементи и характеристики.

В течението, обозначено като „еволюционен конструктивизъм“ и отнасящо се до съвременната технонаука, такива понятия, като „реалност“, „субект“, „обект“, „знание“, „познание“ придобиват нов смисъл (Черникова 2013). Това, което назоваваме обективна реалност – не е външната реалност, по отношение на която субектът, който я опознава, заема външна позиция. Това е реалност, в която изчезват дуалностите материя и съзнание, субект и обект, външно и вътрешно. Тази реалност е процес, в който човек с неговия когнитивен апарат и норми на дейност се явява и звено, и участник. При такъв подход реалността не е просто външната даденост, както и не е напълно вътрешна, ментална конструкция. „Субектът и обектът не си противостоят един на друг, а се допълват и доопределят един друг (образ, представен в гравюрата на Ешер ‘Рисуващата ръка’)“ (Черникова 2013:182).

Външната и вътрешната реалност „преливат“ една в друга, доколкото човекът като субект на познание, прилагайки свои технологични решения, все по-активно и по-мощно се намесва в природните обекти и процеси, може да ги контролира и трансформира по свой замисъл (на съвременен етап, вече в широк мащаб), като в резултат те оказват съответно обратно въздействие върху човешките възприятия и преживявания, т.е. творят наш нов вътрешен свят (особено в случаите, когато става въпрос за пряка технологична намеса в тялото, психиката и/или менталността на човека). Като цяло същността на размиването на строгите граници между вътрешно и външно, субект и обект и пр. в контекста на концепцията за технонаука се изразява във все по-активното им взаимодействие и взаимопроникване, както и във все по-силно изразената им взаимозависимост и обвързаност.

Пораждат се нови философски проблеми, като онтологичните характеристики на наноразмерните системи, където квантовите ефекти не са напълно пренебрежими, но влияят на поведението и свойствата им (Ястреб 2014).

В епистемологичен смисъл технонауката предлага вращаване на процеса на познание на природата в уменията за боравене с изкуствено създадени обекти и технологии, както и значимо изместване на фокуса от т.нар. про-

позиционално познание, отговарящо на въпроса „какво“ и „защо“, в познание с процедурен характер, търсещо отговор на въпроса „как“ и изкрystalизирало на по-късен етап в понятието „ноу-хау“ (Winston, Edelbach 2012).

Същевременно класическата триада, описваща мисията на науката – описание, обяснение, разбиране, започва да се разширява с функции като проектиране и прогнозиране (Ястреб 2014). „Измененията в съвременната наука са свързани с преориентация на научната дейност от познавателна в проективно-конструктивна. Науката постепенно се интегрира в организираната по нови принципи система на взаимодействие между науката и технологиите. Този феномен се обозначава с термина ‘технонаука’. В нея има технологична ефективност вместо истина, знанието е проект на действието, а моделът на познание е конструирането“ (Черникова 2013: 177). Както сполучливо отбелязва авторката, особеността на технонауката е в това, че нейните обекти – това не е предметната реалност в картезианската дуалистична картина на света, а така наречените „човекоразмерни обекти“.

Друг съществен аспект на технонауката е промяната в характера на самото знание: „В настоящата епоха науката и технологиите се комбинират, за да формират днешната технонаука. В технонауката технологиите играят ролята на доказателство за научните аргументи. Те позволяват да се каже относно дадено научно твърдение, което има претенциите за истинност, ‘ето тук един конкретен случай’. Резултатът от това е дълбока трансформация в естеството на знанието. Истината е подчинена на все по-усложнени средства за ‘фалсифициране’ на научните твърдения” (Lyotard 1993: 14, 15). Според Кастенхофер настъпва „генерално изместване вътре в науката от епистемни култури към техно-епистемни култури“ (Kastenhofer 2010: 37).

Най-важното в случая е, че науката престава да се разглежда като съвкупност от чиста форма на знание и методите за неговото продуциране, а технологиите – като самостоятелна област на приложение на човешкия практически опит и на научните постижения. Технонауката обединява тези две понятия в един нов феномен, който според Ястреб (2014) има своя епистемологична ценност (съсредоточена върху обекти, които до голяма степен са конструирани), както и специфични форми на създаване на знание и критерии за неговата оценка. Обектите на епистемологията се превръщат във вещи, съдържащи знание, ‘епистемически вещи’ като артефакти, модели и симулации, експериментални системи и т.н. Конструирането започва да се разглежда като самостоятелен метод за получаване на знание, а освен това изследванията например в областта на нано- или биотехнологиите целят не толкова и не само получаването на практически резултати, а и разширение на човешкото знание (O'Malley 2009).

От своя страна, усъвършенстването и експанзията на изкуствения интелект провокира развитието на свързаните с него логически системи (бинарна логика, размита логика, квантова логика и пр.).

Аксиологичният аспект във философските основания на технонауката, от своя страна, предполага въвеждане на социално-хуманитарна експертиза

в технонаучната дейност поради факта, че последната може да поражда съответни заплахи, рискове и възможности за злоупотреба (които следва да бъдат надеждно оценени и превентирани), както и да съдържа неприемливи от ценностна гледна точка практики, нуждаещи се от санкциониране и ограничаване. Според някои автори, за да бъдат адекватно и ефективно адресирани етическите предизвикателства, свързани със съвременните технонаучни разработки, се изисква преосмисляне на определени морално релевантни концепции и нормативни стандарти (van de Poel 2008).

Обичайна грешка е да се смята, че технологиите са етически неутрални. Но те всъщност отразяват ценностите на обществото, в рамките на което биват произвеждани. Когато станат интегрална част от социалната реалност, новите научно-технологични решения често „преформатират“ съответните ценности и очаквания, създавайки нова синергична връзка помежду им. Това може да се възприеме като вид неписан „обществен договор“. Хората обикновено приветстват новите научно-технологични решения, ако ценностите и целите на изобретателя са близки до тези, възприети от обществеността, и иновативният продукт отговаря на обществените желания и потребности, както например при мобилните телефони. Обаче е възможно да се получи разминаване, ако контекстът на изобретението е далеч от възгледите на широката общественост, ако целта на новата технология (макар и солидно научно фундирана) не корелира със социалните ценности, нагласи и очаквания, или ако технологията в голяма степен е непозната или достатъчно рискова (Winston, Edelbach 2012).

Технонауката предполага устойчив преход от дисциплинни към интер- и трансдисциплинни изследвания, за които е характерна проблемната ориентация и при които се наблюдава съчетание на теории, факти, методи и подходи от различни научни области, включително такива като психология, икономика, социална антропология, философия и др., които допълнително разширяват аналитичните и интерпретативните възможности на този тип изследвания и осигуряват по-добро социално възприемане на научно-технологичните продукти.

Концепцията за технонаука се отнася с особена сила до такива области с интегрален, интердисциплинарен характер като нанотехнологии, биотехнологии, гено инженерство, синтетична биология, информатика и когнитивни науки, където просто не е възможно да бъдат разграничени чисто изследователските аспекти от технологичните и приложните (Jamison 2010). Същевременно те пораждат дълбоки и мащабни трансформации както в средата на обитаване, така и в самия човек като субект на технологично манипулиране. Конвергирайки, тези перспективни научно-технологични направления придобиват още по-голяма мощ и капацитет да превърнат в реалност възможни сценарии, познати ни доскоро само от научната фантастика, размивайки границите между обект и субект, между живо и неживо, между природен феномен и артефакт, превръщайки се в истинска еманация на съвременната тех-

нонаука. Като цяло човечеството живее в една все по-техногенна по характер среда, която изисква засилено „научно обгрижване“.

„Новите научни области и направления са синтез на науката и високите технологии, обусловени от новите научни открития“ (Върбанова-Денчева 2003: 8). Те стават предпоставка за т.нар. *радикални иновации* – подобрения във все по-нарастващ мащаб, осъществяващи се „на тласъци“, като насочеността им не е просто към опознаване на природата и обществото, а към мощни антропогенни трансформации на обективния свят.

### **Обобщаваща научковедска концепция за технонаука**

Технонауката се схваща от нас като алтернатива на традиционното разделение на наука и нейните технологични приложения, като процес на създаване на „симбиотична връзка“ помежду им, протичащ при активно взаимодействие с обществеността. По наше мнение тази мащабна и изключително важна за съвременното ни трансформация засяга цялата съвременна наука, не само отделни нейни клонове, като се канализира в няколко основни направления.

Първо, възниква обща, взаимнообвързана *целева обусловеност* на научно изследване и на подготовката на съответни технологични приложения. Те са насочени към такъв резултат, който освен обогатяващ човешкото познание би бил същевременно и полезен, с висок потенциал за разширяване на човешките възможности. Така например паралелно с развитието на квантовата механика като теоретична дисциплина се разработват технологии, водещи до създаването на „квантов компютър“ и се правят успешни опити за телепортация на микрообекти.

Променя се възгледът за „научно изследване“ и за „развойна дейност“ или „създаване на технологични иновации“ като отделни и независими по характер процеси: те се сливат в нов вид *хибридна дейност*, съдържаща както чисто изследователски елементи и методи, така и множество приложно-технически аспекти още от стартовия етап на разработката. „Правилното обяснение на научните промени изисква анализ на технологичната инфраструктура на науката и начина, по който тя взаимодейства с научната теория. Тук (...) е заложена една нова и обещаваща изследователска програма“ (Feenberg, Hannay 1995: 13). В много отношения вече „чистото изследване“ и неговия приложен контекст не могат да бъдат разграничени. Така е например при биомедицинските изследвания, насочени към разработката на нови препарати за борба с рака, така е в материалознанието, в компютърните науки и пр.

От съществено значение е фактът, че влиянието на двете доскоро разделени сфери (наука и технологии) е взаимно и двупосочно. От една страна, научните постижения са безусловна предпоставка за развитието на нови технологии и никакъв съвременен иновативен технологичен продукт не е възможно да бъде получен без влагане на интензивен изследователски труд. Но от друга страна, съвременните технологии сами по себе си дават неимоверно по-големи възможности за развитие на науката (да си представим само ролята на информационните и комуникационни технологии в тази насо-

ка или значението на модерните изследователски инфраструктури и експериментални съоръжения като ускорители, биолоборатории, сателити, медицинска изследователска апаратура и пр.).

Симуляционното моделиране е типичен пример за решаваща намеса на технологиите в изследователския процес. За него като че ли най-добре приляга констатацията, че се сблъскваме с хибридна дейност, където теоретичното представяне се сплита с техническата интервенция (Nordmann 2005). Ето защо термините НИРД (научноизследователска и развойна дейност) и „иновационно развитие“ представляват най-подходящите процесни референти на обобщената науковедска концепция за технонаука.

По-нататък – трансформират се и *самите обекти* на технонаучно третиране – те, за разлика от обектите на изследване от страна на „чистата наука“ (разбира се, без да се имат предвид инженерните научни дисциплини), не са вече естествени, природни създания, явления или процеси, а представляват в преобладаваща си част артефакти, т.е. обекти с изкуствено привнесени компоненти или характеристики (например нанотръби, терапевтични вируси, електромагнитно замърсяване и пр.). „Използването на технологични средства трансформира изследователския обект по такъв начин, че той става и технологичен обект, а не само научен“ (Queraltó 2008: 116).

Дори самият човек се превръща постепенно в подобен артефакт, доколкото с помощта на генно-инженерни методи, на постиженията на съвременната биомедицина, нанотехнологиите, както и на информационните технологии, новите технологии като 3D принтирането и на когнитивните науки постепенно инкорпорира в себе си редица изкуствени елементи – както изкуствени органи и тъкани или дори изкуствена кръв, така и електронно-компютърни устройства и други видове технически компоненти (като например „изкуствена ръка“ или екзоскелет), разширяващи двигателните, сетивните или интелектуалните възможности на човека. Природната среда и даже близкият Космос също биват подложени на все по-мощни и значими антропогенни въздействия, кореспондиращи с концепцията за технонаука. Освен това възникват радикално нови обществени феномени като т.нар. „асоцииран обществен интелект“, който включва не само естествения интелект, но и създадените от него модели на изкуствен интелект на базата на специализирани компютърни системи (Върбанова-Денчева 2003). Подобна теза се застъпва в доклад на Европейската комисия, където се споменава, че изграждането на мрежови общности, технологично базирани на комуникационни мрежи, създава основата на „колективен интелект“, който има капацитета да работи в полза на европейските граждани (European Commission 2013). Тоест редица обекти със социотехнически характер са с все по-нарастващ потенциал за въздействие върху определени социални и икономически процеси, т.е. служат за интервенция в социалната действителност, което ги прави определено „технонаучни“.

От друга страна, вече става почти невъзможно разграничаването на *чисто научния от приложно-технологичния резултат*: дори строго фундамен-

тални по характер научни открития се получават вследствие на прилагане на нови авангардни технологии (типичен пример е откриването на хигс-бозона с помощта на Големия адронен колайдер на ЦЕРН, представляващ огромна свръхвисокотехнологична изследователска инфраструктура). Но и никакъв съвременен иновативен технологичен продукт не е възможно да бъде получен без влагане на интензивен изследователски труд.

Друга особеност на технонауката е широкото *включване на социални фактори* в процеса на планиране, продуциране, приложение и контрол на технонаучните продукти. В тази насока е и въвеждането на понятието „социална иновация“, притежаващо силна инструментална, т.е. технологична конотация, и обозначаващо прилагането на нови методи и подходи (включващи научна и технологична логистика) към решаването на съществуващите социални проблеми (в областта на образованието, здравеопазването, опазването на околната среда, социалните грижи, заетостта, комуналните услуги и пр.). Върбанова-Денчева (2003) разглежда друго подобно понятие – „социална технология“, което също може да се интерпретира като „вписващо“ социалните науки в концепцията за технонаука. Към социалните технологии могат да се отнесат както управленските технологии и съвременният социален мениджмънт, така и решаването на редица, включително и иновационни задачи за регулирането на социалните процеси.

Като цяло технонауката оказва мощно и необратимо влияние върху климата, енергоизточниците, сигурността, начина на работа, обучението и отдиha, дори върху човешкото възпроизводство, като има потенциала да промени не само средата на обитаване, но и самите отношения между човека и неговата околна среда, превръщайки постепенно последната в продължение на отделния индивид – в една виртуална реалност, дълбоко вплетена в обективния свят, активна, „интелигентна“ и адаптивна, управлявана от човешкия ум и отзивчива към човешките интереси и потребности. Тоест технонауката предизвиква огромни социални последици, което я прави качествено различна от класическата наука и технологии, характерни за по-старите времена. С нейното развитие е свързана и появата на нови иновационни инфраструктури като „интелигентни градове“ (*Smart Cities*) и „живи лаборатории“ (*Living Labs*), където научно-техническите иновации се трансформират в социално-икономически, с трайни и осезаеми последици за живота на гражданите, засягащи аспекти като сигурност, естетизация, общаване, обществени отношения и икономическо развитие.

\* \* \*

До неотдавна науката и технологиите са възприемани като напълно различни феномени: докато науката е призвана да изследва природните и обществените закономерности, функцията на технологиите е да бъдат инструмент за модифициране на природата. В миналото създаването на технологии и артефакти в много от случаите не се е базирало на научни теории. В същото време науката е била движена от любопитство (*curiosity-driven*) и е целяла по-скоро опознаване, а не толкова трансформиране на обективния свят.



С усложняването на технологиите и засилване на тяхната обществена роля настъпва момент, когато тяхното интензивно развитие става невъзможно без солидно научно фундаиране. Паралелно с това науката става все по-зависима от развитието на технологиите. Технологиите дават тласък на развитието научните изследвания и чрез множеството нерешени въпроси, които техническите разработки поставят. Започва процес на **конвергиране на научното знание и неговите технологични приложения**.

Антропогенният фактор става все по-съществен и все по-силно и категорично се намесва в природните системи, дотолкова, че често изкуственото и естественото достигат висока степен на интегритет и вече почти няма елемент от природната среда, който да не се превръща в модифициран от човека артефакт. Това се получава поради неимоверно нарасналите възможности за манипулиране на околната среда и на самия човек вследствие на научно-технологичното развитие. Същевременно настъпва качествено нов стадий на развитие не само на науката и технологиите, но на техните взаимоотношения с обществото, което все по-интензивно се намесва в процеса на научни изследвания и иновации.

Съвременната технонаука оказва мощно и необратимо влияние върху живота на съвременните общества. И във философски, и в науковедски смисъл тя се намира във фаза на концептуално „избистряне“, като започва активно да се възприема не просто като тясно свързване между наука и технологии, а по-скоро като тяхна симбиоза, трансформирайки се постепенно в нов феномен и имайки потенциал за все по-активно налагане. Ефективността на функциониране на контура на технонауката в голяма степен се обезпечават от факта, че в него са вградени механизми за съобразяване с обществените настроения, което до голяма степен гарантира успешното и устойчиво по-нататъшно развитие в полза на хората.

## ЛИТЕРАТУРА

- Анонимен автор. 2018. Нобелов лауреат: Професор Жан-Мари Лен. // *BBC Знание*, № 101, 26–27.
- Ардашкин, И. 2012. Онтологические основания проблемно-ориентированных исследований. // *Известия Томского политехнического университета*, № 6 (320); <https://cyberleninka.ru/article/n/ontologicheskie-osnovaniya-problemno-orientirovannyh-issledovaniy>
- Върбанова-Денчева, К. 2003. *Интеллектуални комуникации и съвременни технологии*. София: Академично издателство „Марин Дринов“.
- Горохов В. 2008. Нанотехнология — новая парадигма научно-технической мысли. // *Высшее образование сегодня*, № 5, 36–41.
- Черникова, И. 2013. Взаимосвязь фундаментального знания и технологических проектов науки. // *Эпистемология & философия науки*, № 4 (XXXVIII), 177–189.
- Юдин, Б. 2012. Общество знания, диалог культур и перспективы человека. // Автономова, Н., Пружинин, Б. (сост.). *Человек в мире знания: к 80-летию Владислава Александровича Лекторского*. Москва: РОССПЭН, 275–294.
- Ястреб, Н. 2014. Технонаука как современный этап развития технического знания. // *Вестник Пермского университета, Философия. Психология. Социология*. №4 (20);

- <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnouka-kak-sovremennyy-etap-razvitiya-tehnicheskogo-znaniya>
- Azuma, R. 1997. A Survey of Augmented Reality. // *Teleoperators and Virtual Environments*, № 4(6), 355–385.
- Boon, M. 2013. Instruments in science and technology. // Friis, J., Pedersen, S., Hendricks, V. (eds.). *A Companion to Philosophy of Technology*. Oxford: Wiley-Blackwell, 78–84.
- Bunge, M. 1965. Technology as applied science. // *Technology and Culture*, № 3 (7), 329–347.
- Bunge, M. 1985. *Philosophy of Science and Technology, Part II: Life Science, Social Science and Technology*, Vol. 7 of Treatise on Basic Philosophy. Dordrecht: Reidel.
- Chernikova, I., Chernikova, D. 2015. Socio-technocratic Discourse of Technoscience. // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, № 1 (166), 511–515.
- European Commission 2013. *Social Innovation Europe January 2011–December 2012. Enabling a European environment that can find, support and share what works*. Brussels: EC.
- Feenberg, A., Hannay, A. (Eds) 1995. *Technology and the Politics of Knowledge*. Bloomington: Indiana University Press.
- Fernández, E. 2013. Of thinkers and tinkerers – Science meets technology at the invention of the triode. Midwest Junto for the History of Science, Fifty-sixth annual meeting, April 5–7, University of Notre Dame;  
[http://www.lindahall.org/media/papers/fernandez/thinkers\\_and\\_tinkerers.pdf](http://www.lindahall.org/media/papers/fernandez/thinkers_and_tinkerers.pdf)
- Fiedeler, U. 2011. When does the co-evolution of technology and science overturn into technoscience? // *Poiesis and Praxis*, № 2–3 (8), 83–101.
- Forman P., 2007. The primacy of science in modernity, of technology in postmodernity, and of ideology in the history of technology. // *History and Technology*, №1(23), 1–153.
- Gibbons et. al. 1994. *The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies*. London: Sage.
- Gonzalez, W. 2005. The Philosophical Approach to Science, Technology and Society. // Gonzalez, W. (Ed.). *Science, Technology and Society: A Philosophical Perspective*. Netbiblo, 3–50.
- Habermas, J. 1971. *Knowledge and Human Interests*. London: Heinemann.
- Hacking, I. 1983. *Representing and intervening. Introductory topics in the philosophy of natural science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Haraway, D. 1997. *Modest\_Witness@Second\_Millennium. Female Man Meets Onco Mouse: Feminism and Technoscience*. New York: Routledge.
- Heidegger, M. 1977. *The Question Concerning Technology*. New York: Harper Torchbacks.
- Hotois, G. 1984. *Le signe et la technique. La philosophie à l'épreuve de la technique*. Paris: Aubier.
- Ihde, D. 2013. Technology and Science. // Friis, J., Pedersen, S., Hendricks, V. (eds.). *A Companion to Philosophy of Technology*. Oxford: Wiley-Blackwell, 51–60.
- Ihde, D. 1991. *Instrumental Realism. The Interface between Philosophy of Science and Philosophy of Technology*. Bloomington: Indiana University Press.
- Jamison, A. 2010. Science and Technology in Postwar Europe. // Stone, D. (Edt.). *Oxford Handbook in Postwar European History*. Oxford: Oxford University Press, 630–648.
- Jasanoff, S. 2003. Technologies of Humility: Citizen Participation in Governing Science. // *Minerva*, № 3 (41), 223–244.

- Kastenhofer, K. 2010. Do we need a specific kind of technoscience assessment? Taking the convergence of science and technology seriously. // *Poiesis and Praxis*, № 1–2 (7), 37–54.
- Lacey, H. 2012. Reflections on science and technoscience. // *Scientiae Studia*, № special São Paulo (10), <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-31662012000500007>
- Latour, B. 1987. *Science in action. How to follow scientists and engineers through society*. Cambridge/MA: Harvard University Press.
- Lyotard J-F. 1993. New technologies. // Lyotard J-F. (Ed.). *Political writings*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 14–18.
- Nordmann, A. 2012. Object lessons: towards an epistemology of technoscience. // *Scientiae Studia*, special issue (10), 11–31.
- Nordmann, A. 2010. Philosophy of Technoscience in the Regime of Vigilance. // Hodge, G., Bowman, D., Maynard, A. (eds.) *International Handbook on Regulating Nanotechnologies*. Cheltenham: Edward Elgar, 25–45.
- Nordmann A. 2005. Was ist TechnoWissenschaft? Zum Wandel der Wissenschaftskultur am Beispiel von Nanoforschung und Bionik. // Rossmann T, Tropea, C. (eds). *Bionik: Aktuelle Forschungsergebnisse in Natur-, Ingenieur- und Geisteswissenschaften* Berlin: Springer, 209–218.
- O'Malley, M. 2009. Making knowledge in synthetic biology: Design meets Kludge // *Biological Theory*, № 4, 378–389.
- Papadopoulos, D. 2015. From Publics to Practitioners: Invention Power and Open Technoscience. // *Science as Culture*, № 1 (24), 108–121.
- Pitt, J. 1998. Explaining Change in Science. // *Techné: Research in Philosophy and Technology*, № 3 (3), 135–140.
- Queraltó, R. 2008. The Philosophical Impact of Technoscience or the Development of a Pragmatic Philosophy of Science. // Agazzi, E., Echeverría, J., Rodríguez, E. (Eds.) *Epistemology and the Social. Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, Vol. 96. New York: Rodopi, 113–125.
- Radder, H. 2013. Science and Technology: Positivism and Critique. // Friis, J., Pedersen, S., Hendricks, V. (eds.). *A Companion to Philosophy of Technology*. Oxford: Wiley-Blackwell, 61–65.
- Schmidt, J. 2011. Toward an epistemology of nano-technosciences. // *Poiesis and Praxis*, № 2–3 (8), 103–124.
- Simon, H., 1996. *The Sciences of the Artificial*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Strassnig, M. 2008. *Ethics is like a book that one reads when one has time. Exploring “lay” ethical knowledge in a public engagement setting*. Wien: Universität Wien, Institut für Wissenschaftsforschung.
- van de Poel, I. 2008. How Should We Do Nanoethics? A Network Approach for Discerning Ethical Issues in Nanotechnology. // *NanoEthics*, № 2, 25–38.
- Winston, M., Edelbach, R. (Eds.) 2012. *Society, Ethics, and Technology* (Updated Fourth Edition). Boston: Wadsworth.