

Макарова Е.Н., Колесова О.В. Социальная оценка техники и будущее искусственных наночастиц // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Культура. История. Философия. Право. – 2016. – № 2. – С. 58–65.

Makarova E.N., Kolesova O.V. Technology assessment and the future of synthetic nanoparticles. *Bulletin of Perm National Research Polytechnic University. Culture. History. Philosophy. Law.* 2016. No. 2. Pp. 58–65.

УДК 001.18-022.532

Е.Н. Макарова, О.В. Колесова

СОЦИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТЕХНИКИ И БУДУЩЕЕ ИСКУССТВЕННЫХ НАНОЧАСТИЦ

Статья посвящена теоретическим и прикладным аспектам социальной оценки техники (Technology Assessment, TA) в инженерном образовании. Под ТА мы понимаем теорию оценки последствий научно-технического развития на основе всех имеющихся знаний с точки зрения естественных, технических и гуманитарных наук. Теоретические аспекты: 1) ТА как проблемно ориентированное исследование (здесь проблема формулируется преимущественно не с внутринаучной точки зрения, а основывается на социальных ожиданиях); 2) ТА как проектно ориентированное исследование (в данном случае речь идет о творческой разработке и конструировании моделей желаемого будущего); 3) актуальность трансдисциплинарных стратегий исследования в ТА, т.е. осознанный выход за рамки экспертного сообщества и включение в диалоговое пространство всех заинтересованных сторон (стейкхолдеров). Прикладные аспекты: 1) проблема изготовления и использования искусственных наночастиц как вызов для ТА; 2) наночастицы и принцип предосторожности. Далее мы анализируем концепт «Ответственные исследования и инновации» (Responsible Research and Innovation, RRI), который можно интерпретировать как расширенную версию СОТ с акцентом на моральной рефлексии в рамках специальной программы Евросоюза «Горизонт 2020». В связи с этим мы рассматриваем конкретные европейские проекты поддержки нанотехнологий в формате RRI и разбираем, насколько ценен этот опыт для России. Рассказываем о деятельности научно-исследовательской лаборатории RRI_Lab в Пермском политехническом университете как первой экспериментальной площадке для изучения и внедрения идей ТА/RRI в инженерное образование в целях устойчивого развития.

Ключевые слова: социальная оценка техники, ответственные исследования и инновации, «Горизонт 2020», проблемно ориентированное исследование, проектно ориентированное исследование, нанотехнологии, наночастицы.

E.N. Makarova, O.V. Kolesova

TECHNOLOGY ASSESSMENT AND THE FUTURE OF SYNTHETIC NANOPARTICLES

This article is devoted to theoretical and applied aspects of Technology Assessment (TA) in engineering education. Technology Assessment is an assessment theory of consequences of scientific and technological development based on all available knowledge from the point of view of natural, technological and humanities sciences. Theoretical aspects: 1) TA as a problem-oriented research (here the problem is formulated not from the scientific point of view but is based on social expectations); 2) TA as a design-oriented research (we mean here the creative development and design of models of desired future); 3) current transdisciplinary research strategies in TA (conscious inclusion of all stakeholders into a dialogue space along with the expert

© Макарова Екатерина Николаевна – аспирант кафедры материалов, технологии и конструирования машин, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: katimak59@gmail.com.

© Колесова Ольга Владиславовна – аспирант кафедры химических технологии, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: goldacox@mail.ru.

community). Applied aspects: 1) the problems of production and application of synthetic nanoparticles as a challenge for TA; 2) nanoparticles and the precautionary principle. After that, we analyze the concept of Responsible Research and Innovation (RRI) which can be seen as a broadened extension of Technology Assessment with the focus on moral reflection in terms of "Horizon 2020" EU programme. In this connection we study some European projects which support nanotechnologies in the form of RRI and assess if this experience is important for Russia. In conclusion, we describe the activity of RRI-Lab, a scientific and research laboratory in the Perm Polytechnic University, as the first experimental ground for TA/RRI ideas to be studied and introduced to engineering education for sustainability.

Keywords: technology assessment, responsible research and innovation, "Horizon 2020", problem-oriented research, design-oriented research, nanotechnology, nanoparticles.

Мы живем в мире высоких технологий, которые радикально трансформируют общество, человека, окружающую среду. В связи с этим экспертный анализ научно-технологического развития становится важной научной задачей. Современная цивилизация находится на такой стадии научно-технического прогресса, когда негативные последствия и побочные эффекты необходимо заранее выявлять или сводить к минимуму уже на ранних этапах разработки инновационных проектов. В развитых западноевропейских странах, прежде всего Германии, Голландии, Австрии, такой социально-гуманитарной экспертизой занимается социальная оценка техники (Technology Assessment – далее ТА).

Почему во второй половине XX века появляется ТА как теория оценки последствий техники? В первую очередь это было связано с крахом концепции наивного технооптимизма, потому что ученые и общественность наконец-то осознали факт амбивалентности научно-технического прогресса, его не только позитивные, но и негативные стороны (например, проблема радиоактивных отходов). В эпоху инноваций влияние научно-инженерной деятельности становится глобальным, следовательно, проблемы, ею порожденные, должны решаться вне рамок узко профессионального сообщества, т.е. становиться предметом всеобщего обсуждения. И хотя за научно-технические разработки продолжает отвечать техническая элита, окончательные решения должны приниматься общественностью с учетом социальных ожиданий и запросов. «Никакие ссылки на экономическую, техническую и даже государственную целесообразность не могут оправдать экологического, морального, психологического и тому подобного ущерба. Прямое и честное обсуждение вопросов научно-технической политики, конструктивная и объективная критика в средствах массовой информации, общественные дискуссии, выдвижение альтернативных проектов в контексте социальной оценки техники становятся важнейшим инструментом для реализации на практике основ "зеленой экономики" и маркером становления гражданского общества» [1, с. 59].

Напомним, что ТА занимаются сегодня в Европе и США, где она институционализована в виде различных организационных форм при парламентах и правительствах с целью научной поддержки государственных решений в сфере научно-технической политики. ТА имеет долгую историю и странами Запада накоплен большой и многосторонний опыт. Для России же это достаточно

новое направление, особенно для российских регионов. Поэтому нам так важен европейский опыт, особенно Германии, которая является лидером в разработке теоретических и прикладных вопросов социальной оценки техники.

В связи с этим остро встает проблема реформы инженерного образования, поскольку фигура инженера сегодня становится центральной в профессиональной структуре общества. Но в последние десятилетия возникло противоречие между технической и гуманитарной культурой. «В сфере образования это противоречие приобретает вид растущего отчуждения между естественнонаучным и инженерно-техническим знанием, с одной стороны, и гуманитарным знанием – с другой. Таким образом, налицо существенные структурные диспропорции внутри современного знания...» [2, с. 38]. Возможен ли *гуманитарно-технический синтез* и если да, то каким образом реализовать на практике концепцию гуманитаризации технического образования с учетом интеллектуальных вызовов эпохи? В какой форме могут быть интегрированы идеи ТА в учебный процесс в российских политехнических вузах? Ниже мы покажем, как это возможно, на примере научно-исследовательской лаборатории RRI_Lab, созданной на базе ПНИПУ. Но сначала рассмотрим ряд теоретических и прикладных аспектов ТА (на примере нанотехнологий).

Теоретические аспекты СОТ. ТА является *проблемно ориентированным* исследованием. Суть проблемно ориентированного исследования техники заключается в том, что оно осуществляется не с внутринаучной точки зрения, а основывается на социальных ожиданиях. Именно с «проблемной области» начинается форматирование ядра междисциплинарной дисциплины, вокруг которого группируются знания из разных научных кластеров. «Проблемно ориентированное исследование не может ждать, когда будут выяснены фундаментальные основания данной исследовательской области, чтобы затем на базе хорошо проверенной теории собрать данные и выработать предложения. Напротив, оно должно даже при неясном теоретическом базисе попытаться на основании научных методов достаточно гибко и аргументированно представить решение» [3, с. 137].

Вместе с тем будущие инженеры должны иметь дело не столько с негативными последствиями научно-технического прогресса, сколько с форсайтами, изучением будущего. Другими словами, знание должно превращаться в действие. Поэтому ученые выделяют второй уровень ТА – это не просто проблемно ориентированное, но и *проектно* ориентированное исследование [3, с. 141]. Речь идет о творческой разработке и конструировании конкурирующих моделей желаемого будущего. И здесь мы совершаем прыжок в сферу этики, в царство свободы. А это уже новый уровень сложности функционирования системы «мир – техника – человек».

Установка на изучение будущего диктует свои требования в методологическом плане. Необходимо отделить междисциплинарные стратегии исследования от трансдисциплинарных. Е.В. Середкина и И.В. Черникова подчеркивают, что

актуализация новых моральных импульсов ТА может быть осуществлена только в *трансдисциплинарном коммуникативном пространстве*. Трансдисциплинарная стратегия исследования подразумевает осознанный выход за рамки экспертного сообщества и привлечение различных социальных акторов к обсуждению вопросов, связанных с координацией технических и социально-политических мероприятий. При этом акцент делается на ответственный диалог [4, с. 43].

Прикладные аспекты ТА (на примере искусственных наночастиц).

В настоящее время в рамках нанотехнологий все активнее обсуждают проблемы рисков, связанных с будущим искусственных наночастиц. Синтез искусственных наночастиц имеет огромный коммерческий потенциал: их можно использовать в косметике, материаловедении и т.д. В наномасштабе возможно синтезировать частицы с заданными физическими и химическими свойствами, что позволяет создавать принципиально новые материалы с заранее спроектированными качествами, функциями и целями. В этом суть такой инженерной деятельности. Это актуальное направление открывает путь к «зеленой» нанотехнологии.

Однако, как известно, высокая реакционная способность и малый размер (1–100 нм) позволяют наночастицам проявлять повышенное токсическое действие на биологические организмы. Интенсивно развивающиеся нанотехнологии требуют рассмотрения вопросов безопасности, оценки рисков воздействия наноматериалов на человека и окружающую среду. В связи с этим А. Грунвальд предлагает рассматривать проблему наночастиц с точки зрения *принципа предосторожности*. «Ориентируясь на принцип предосторожности, нужно понимать, что при оценке риска не существует каких-либо стандартных ситуаций в моральном и эпистемологическом смысле. В случае применения наночастиц актуальное положение “нет никаких доказательств вреда” не должно быть истолковано как “доказано отсутствие вреда”» [5, с. 78–79]. Такой этический фон играет роль предварительной процедуры, в пределах которой общество может установить первый уровень защиты, осознать пороговые значения опасности, выработать первичные необходимые стратегии противодействия.

Е.В. Середкина пишет, что в Европейском союзе в 2008 году был принят так называемый Кодекс Поведения для ответственных нанотехнологий (Code of Conduct for Responsible Nanotechnologies). Аналогичные правила действуют и для британской поддержки исследований в сфере нанотехнологий, в первую очередь в отношении прогнозирования возможного риска и ответственного обхождения с ним. Так, Научно-исследовательский совет технических наук и физики Великобритании ввиду серьезных вызовов со стороны нанотехнологий внес в 2009 году новое требование для подачи заявок на финансирование научно-технических проектов, согласно которому претенденты должны были включать в свои проекты и вопросы об «ответственных инновациях». Точнее, им предлагалось рассмотреть более широкие последствия планируемого исследования (на общество, окружающую среду, здоровье человека) и качест-

венно оценить уровень риска и неопределенности, связанной с потенциальным воздействием предлагаемого комиссии проекта. Претенденты должны были представить “реестр рисков”, на основе которого рецензенты могли бы рассмотреть проект с точки зрения поддержки финансирования [6].

В настоящее время подобные проекты в ЕС разворачиваются в формате ответственных исследований и инноваций (Responsible Research and Innovation, RRI) в рамках программы «Горизонт 2020». Концепт RRI представляет собой расширенную программу ТА, дополненную прикладной этикой и технаукой [7, с. 9–10].

Мы хотим показать на собственном примере, как реализуются идеи ТА и RRI в деятельности научно-исследовательской лаборатории RRI-Lab, которая была создана 12 января 2014 году на базе Пермского национального исследовательского политехнического университета (руководитель – доцент Е.В. Середкина). Подчеркнем основную задачу RRI-Lab: социально-гуманитарная и экологическая экспертиза научно-технических проектов. Мы считаем, что это очень важно – познакомить молодых инженеров с основными установками ТА/RRI и выработать у них уже на начальном этапе ответственность перед обществом в процессе реализации инженерных проектов [8].

Одна из авторов данной статьи занималась изучением методов производства наноматериалов, их физико-химических характеристик. В ходе совместного сотрудничества с RRI_Lab она глубже стала осознавать проблему ответственности инженера в сфере нанотехнологий и сделала акцент на изучении проблемы прогнозирования рисков воздействия наночастиц на окружающую среду и здоровье человека не только с точки зрения инженерных наук, но и из перспективы ТА.

В частности, в центре наших исследований находится тема изучения влияния малых добавок Al_2O_3 на свойства нанокристаллического порошка системы ZrO_2 - Y_2O_3 - CeO_2 для их дальнейшего использования в качестве биоимплантов. Однако искусственно созданные наночастицы (<100 нм) с уникальными свойствами, которые делают наноматериалы ценными для широкого применения, могут увеличить их отрицательное влияние. Результаты эпидемиологических, клинических исследований на животных с ультрадисперсными частицами в том же диапазоне размеров, как и искусственные наночастицы, показывают, что воздействие этих частиц может вызывать серьезные неблагоприятные последствия для здоровья. Последние результаты токсикологических исследований некоторых искусственно созданных наночастиц подтвердили, что они могут считаться потенциально вредными из-за их высокой удельной поверхности и уникальных физико-химических свойств [9, 10].

Подобные исследования должны быть направлены не только на решение фундаментальной проблемы методического обеспечения комплексной оценки безопасности в производстве наночастиц и наноматериалов, но и на повышение информированности в отношении новых потенциальных возможностей, новых проблем и новых рисков, возникающих в связи с применением нанотехнологий.

Таким образом, интеграция основных идей и концептов ТА/RR1 в политехническое образование не только усилит общую и профессиональную подготовку будущих инженеров, сделает их конкурентоспособными на мировом рынке труда, но и окажет благоприятное влияние на российское общество – в этическом и экологическом плане – в процессе реализации инновационной стратегии развития.

Список литературы

1. Середкина Е.В., Железняк В.Н. Инновационная энергетика в контексте социальной оценки техники (на примере анализа немецкой программы *Atomausstieg*) // Современные концепции научных исследований: материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф. – М.: Изд-во Евразийского союза ученых, 2015. – № 5. – С. 57–60.
2. Середкина Е.В., Железняк В.Н. Социальная оценка техники в контексте гуманитаризации инженерного образования // Современные концепции научных исследований: материалы XVII Междунар. науч.-практ. конф. – М.: Изд-во Евразийского союза ученых, 2015. – № 8. – С. 37–39.
3. Горохов В.Г., Грунвальд А. Каждая инновация имеет социальный характер (Социальная оценка техники как прикладная философия техники) // Высшее образование в России. – 2011. – № 5. – С. 135–145.
4. Середкина Е.В., Черникова И.В. Гуманитаризация инженерного образования и социальная оценка техники // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Серия «Культура. История. Философия. Право». – 2015. – № 2. – С. 37–47.
5. Грунвальд А. Техника и общество: западноевропейский опыт исследования социальных последствий научно-технического развития: пер. с нем. – М.: Логос, 2011. – 160 с.
6. Середкина Е.В. Инноваторы vs. меинтейнеры: столкновение инженерных культур? (Предисловие к переводу «95 тезисов об инновациях» Ли Винсела) // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. – 2016. – № 2. – С. 32–57.
7. Grunwald A. Responsible Innovation: Bringing together Technology Assessment, Applied Ethics, and STS research. *Enterprise and Work Innovation Studies*, 7, IET, pp. 9–31.
8. Chernikova I., Grunwald A., Serekina E. Neue Impulse auf dem Weg zu einem TA-Netzwerk in Russland // *Technikfolgenabschätzung: Theorie und Praxis*. – 2015. – No. 3 (24). – S. 109–114.
9. Макарова Е.Н., Анциферова И.В. Влияние ультразвуковой обработки и выдержки в среде этилового спирта на распределение // Перспективные материалы. – 2015. – № 1. – С. 41–48.

10. Макарова Е.Н., Порозова С.Е., Кульметьева В.Б. Влияние малых добавок Al_2O_3 на свойства керамики системы ZrO_2 - Y_2O_3 - CeO_2 // Изв. Самар. науч. центра РАН. – 2015. – Т. 17, № 2(4) – С. 874–880.

References

1. Seredkina E.V., Zhelezniak V.N. Innovatsionnaia energetika v kontekste sotsial'noi otsenki tekhniki (na primere analiza nemetskoii programmy Atomausstieg) [Innovative energy in the context of social assessment techniques (for example, the analysis of the German program Atomausstieg)]. *Materialy XVI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Sovremennye kontseptsii nauchnykh issledovaniy"*. Moscow: Evraziiskii soiuz uchenykh, 2015, no. 5, pp. 57-60.

2. Seredkina E.V., Zhelezniak V.N. Sotsial'naia otsenka tekhniki v kontekste gumanitarizatsii inzhenerenogo obrazovaniia [Social assessment of technology in the context of humanization of engineering education]. *Materialy XVII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Sovremennye kontseptsii nauchnykh issledovaniy"*. Moscow: Evraziiskii soiuz uchenykh, 2015, no. 8, pp. 37-39.

3. Gorokhov V.G, Grunval'd A. Kazhdaia innovatsiia imeet sotsial'nyi kharakter (Sotsial'naia otsenka tekhniki kak prikladnaia filosofii tekhniki) [Each innovation has social dimension! (technology assessment as an applied philosophy of technology)]. *Vyshee obrazovanie v Rossii*, 2011, no. 5, pp. 135–145.

4. Seredkina E.V., Chernikova I.V. Gumanitarizatsiia inzhenerenogo obrazovaniia i sotsial'naia otsenka tekhniki [Humanitarization of engineering education and technology assessment]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Kul'tura. Istoriia. Filosofii. Pravo*, 2015, no. 2, pp. 37-47.

5. Grunvald A. Tekhnika i obshchestvo: zapadnoevropeiskii opyt issledovaniia sotsial'nykh posledstviy nauchno-tekhnicheskogo razvitiia [Technology and society: West European experience study of the social consequences of scientific and technological development]. Moscow: Logos, 2011. 160 p.

6. Seredkina E.V. Otvetstvennye issledovaniia i innovatsii, sotsial'naia otsenka tekhniki i ustoichivoe razvitiie [Responsible research and innovation, social assessment of technology and sustainable development]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Sotsial'no-ekonomicheskie nauki*, 2016, no. 2. pp. 32-57.

7. Grunwald A. Responsible Innovation: Bringing together Technology Assessment, Applied Ethics, and STS research. *Enterprise and Work Innovation Studies*, 7, IET, pp. 9-31.

8. Chernikova I., Grunwald A., Seredkina E. Neue Impulse auf dem Weg zu einem TA-Netzwerk in Russland [A new Impulse on the way to a TA network in Russia]. *Technikfolgenabschätzung: Theorie und Praxis*, 2015, no. 3 (24), pp. 109-114.

9. Makarova E.N., Antsiferova I.V. Vliianie ul'trazvukovoi obrabotki i vyderzhki v srede etilovogo spirta na raspredelenie [Study of ultrasonic treatment and pre-wetting in ethanol on ZrO_2 - Y_2O_3 - CeO_2 - Al_2O_3 nanopowders size distribution and agglomeration degree]. *Perspektivnye materialy*, 2015, no. 1, pp. 41-48.

10. Makarova E.N., Porozova S.E., Kul'met'eva V.B. Vliianie mal'nykh dobavok Al_2O_3 na svoistva keramiki sistemy ZrO_2 - Y_2O_3 - CeO_2 [The influence of small additives Al_2O_3 on the properties of the ceramic system ZrO_2 - Y_2O_3 - CeO_2]. *Izvestiia Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*, vol. 17, 2015, no. 2(4), pp. 874-880.

Получено 26.03.2016