

ИНЖЕНЕРНОЕ ЗНАНИЕ В ТЕХНОГЕННОЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ

Герасимова Ирина Алексеевна – доктор философских наук, профессор.
Институт философии РАН.
Российская Федерация,
109240, г. Москва,
ул. Гончарная, д. 12, стр. 1;
e-mail: homegera@gmail.com



Кардинальные изменения в технологиях, преобразующих среду обитания, общество и человека, ставят новые вопросы перед методологами науки. К XXI в. техника приобретает черты масштабной социотехнической системы. Инженерное знание в техногенной цивилизации сочетает науку и технологии, технологии и промышленность, технонауку и искусство, экономику, социум, культуру. Экспериментальная работа инженеров-технологов, направленная на получение конкретного результата, сталкивается со сложностью реальности, риском и неопределенностью. В условиях нарастающих глобальных рисков и изменении системных характеристик мира инженерное сообщество своими ключевыми задачами видит решение проблем ресурсосбережения, ресурсоэффективности, экологической безопасности, техносферной безопасности. Решение проблем глобального общества делает приоритетными гуманитарные направления исследований. Трансдисциплинарные исследования, включающие специалистов и философов, можно рассматривать как перспективные формы организации научных исследований, сочетающие вопросы фундаментальных ценностей с практическим действием.

Ключевые слова: технонаука, промышленность, экономика, социум, цифровая эпоха, риски, материальная культура, методология

ENGINEERING KNOWLEDGE IN THE TECHNOGENIC CIVILIZATION

Irina A. Gerasimova – DSc in Philosophy, professor.
Institute of Philosophy,
Russian Academy of Sciences.
12/1 Goncharnaya St.,
Moscow, 109240, Russian
Federation;
e-mail: homegera@gmail.com

The author argues that the radical technological transformations contribute to the raise of new epistemological questions. The XXI century technologies could be described as a large-scale socio-technical system. The author claims that the engineering knowledge in the technogenic civilization combines science and technology, technology and industry, techno-science and art, economics, society and culture. At the same time engineers and technologists while doing their experimental research face with risks and uncertainty. The author argues that the rise of new global risks as well as the changes in the societal system make especially relevant the problems of resource saving, efficiency, ecological and technological safety. The author insists that the humanities could contribute to the settlement of these problems. She explains why the transdisciplinary approaches which aim at the cooperation of scientists and philosophers should be considered as the most prospective form of scientific research. This mode of research make it possible to combine fundamental issues with practical actions.

Keywords: technoscience, industry, economics, society, digital age, risks, material culture, methodology



Инженерия: наука, технологии, искусство

Техногенная цивилизация при ускоренном развитии и прогнозируемых сменах технологических укладов вносит существенные изменения в инженерное знание и деятельность¹. В современных условиях созданной и постоянно преобразуемой искусственной среды – техносферы инженерное знание представляет собой сложное образование, соединяя науку и технологии (технонаука), технологии и промышленность, технонауку и искусство, экономику, социум, культуру. В инженерных сообществах бытует мнение, что в условиях нарастающих глобальных рисков и изменениях системных характеристик мира есть задачи, которые могут решить только инженеры.

Инженерное знание как предмет методологии науки и социальной эпистемологии слабо исследовано в аспекте тенденций познания и творчества в условиях техногенной цивилизации. Есть существенные отличия эмпирического уровня научного исследования по отношению к теоретическому знанию и по отношению к инженерному знанию. В общей структуре научного исследования, ориентированного на теоретическую деятельность, выделяют теоретический, эмпирический и метатеоретический уровень (научная картина мира, идеалы и нормы науки, философские принципы науки). В ориентации на теоретическую деятельность традиционные вопросы логики и методологии науки связывались со структурой научной теории, соотношением теории и факта, данных наблюдения и факта, методологией и методами научного исследования и пр. Экспериментальный эмпирический уровень научного исследования рассматривался в связи с задачами теоретического уровня. По отношению к задачам инженерной деятельности стоит добавить нижние этажи в структуре научного исследования, а именно – технологический уровень и промышленность. Проводимые в лабораториях эксперименты, вырабатываемые математические модели и технологии направлены на результаты, которые предполагается внедрить в промышленность. На стадии производства технология продолжает дорабатываться. В отличие от более абстрактного теоретического уровня конструирование инженерных технологий непосредственно связано с конкретным результатом. Достаивание технологии до конкретного воплощения на производстве всегда содержит моменты неопределенности и, соответственно, творческого поиска.

Ярким примером роли конкретного в инженерном познании служит нефтегазовый комплекс. До сих пор ведутся споры относительно гипотез происхождения нефти. С точки зрения философской методо-

¹ В данной работе инженерия понимается в широком смысле без уточнения различий собственно инженерии, изобретательства, конструирования, проектной деятельности и иных видов научно-технической деятельности.



логии биогенные теории происхождения нефти имеют большинство сторонников чисто на прагматическом основании: все открываемые и разрабатываемые месторождения углеводородов биогенного происхождения. Небиогенные теории касаются либо ранних периодов эволюции Земли, либо вулканических и космических факторов, оказывающих влияние на генезис углеводородов. По сути обе гипотезы верны, дело только в том, что биогенных месторождений подавляющее большинство по факту. Благодаря деятельности микроорганизмов в конкретной среде каждое месторождение нефти уникально, поэтому любые ранее разработанные методологии и технологии поиска разработки и эксплуатации могут не срабатывать. В аспекте гуманитарного знания теории технического творчества во многом не отвечают практике применительно к задачам нефтеразработки и эксплуатации.

Основной проблемой инструментальной работы в лаборатории является сложность изучаемого среза реальности. При проведении лабораторного эксперимента стараются максимально приблизиться к идеальным условиям (с соблюдением инструкций и стандартов), которые отличаются от реальных. Имеются установленные способы корреляции идеального и реального эксперимента, но всегда есть доля неопределенности в окончательном результате. Для того чтобы модель эксперимента приблизилась к реальности, необходимо иметь как можно больше данных, но учесть все возможные влияющие факторы трудно в силу специфики инструментальной работы. С ориентацией на автоматизацию труда многие приборы запрограммированы на решение строго определенной задачи, заложенной в программе ситуации. В нестандартных ситуациях прибор не может выйти из регламента. Поскольку технические устройства функционируют только в пределах критериев, которые заложили в него люди, имеются лакуны неучтенных факторов. Часто показания многих приборов противоречивы и не соответствуют ранее установленным картинам.

Из сказанного следует вывод: экспериментальная работа глубоко творческая. Анализ данных и приборной ситуации востребует гибкое мышление, чуткое к пониманию связности («логичности») показаний. Интерпретация множественности показателей в естественнонаучных и технологических смыслах, за которыми может скрываться еще неизученная закономерность, предполагает развитое воображение, опыт и высокую квалификацию.

Предметно-смысловое конструирование в инженерном творчестве задействует основы художественного мышления, ведь любое материальное творение несет в себе элементы связности и гармонии. Создание целостного чувственного образа будущего предмета не менее важно, чем выстраивание теоретических схем. Соединение принципов видения и мышления в математическом моделировании достигается в компьютерном моделировании, без которого сегодня не



обходится ни одно исследование. «Современная наука взяла на вооружение методы и лексику искусства: ассоциативный принцип организации нейрокомпьютеров, имитационное моделирование, “паттерны”, “странность”, “очарование” элементарных частиц – все это сродни искусству» [Копциг, Ризниченко, 2000, с. 9]. Конкурентное производство в свою очередь при создании технического продукта вынуждает опираться на эстетические критерии, которые сочетаются с экологическими и экономическими: внешняя привлекательность изделия должна сочетаться с неповторимостью и уникальностью конструкции, изделие должно гармонично вписываться в окружающую среду. В технологичной среде обитания художественное творчество реализует себя в дизайне и инженерном проектировании как воплощении дизайна. Технонаука активно осваивает принципы дизайна в таких областях, как биологический дизайн, киборг-инженерия, информационная инженерия, экологический дизайн [Герасимова и др., 2017, с. 214–229].

Проникновение высоких технологий в микромир вызывает к жизни новые области дизайна. В 2016 г. лауреатами нобелевской премии стали Жан-Пьер Соваж, Фрейзер и Бернард Феринга – ученые, внесшие вклад в одну из самых необычных областей – химию топологических молекул. На основе соединенных механической связью молекул, вызывающих у увлеченных исследователей эстетическое чувство, планируется в будущем создавать структуры для хранения информации, но даже и более того – механизмы, например, типа поршней. Такие новые области технонауки, как химия топологических молекул, нанотехнологии и др. заставляют переосмыслить старые проблемы философской методологии – соотношение первичных и вторичных качеств, генезис сущностей на разных онтологических уровнях иерархически устроенного мира, иерархическая взаимосвязь уровней пространства-времени. Последовательности «замысел (пробраз) – принцип (математическая закономерность) – форма (математическая модель) – вещь» отвечает системотехника [Горохов, 2012]. В объективации мысли от замысла к вещи приоритетную роль играют цифровые информационные технологии. В перспективе разрабатываются цифровые технологии автоматизированного конструирования вещественных форм (примером могут служить 3d-принтеры).

Активное техническое творчество, охватившее планету и мировое сообщество, привело к созданию квазиприродной технологической реальности, которая саморазвивается и устанавливает законы техноэволюции [Кудрин, 1998]. По мере дифференциации и интеграции научно-технического знания множатся символические миры науки – системы идеальных объектов, которые благодаря инженерной мысли становятся физическими объектами и конституируют технологическую среду. Можно сказать, что техносфера – это коллективная



мысль, воплощенная в вещественной оболочке технологиями. Информационно-коммуникационные технологии приводят к новой трансформации среды обитания человека, вовлекая сознание человека в жизнь и творчество в виртуальных мирах. Переплетение привычной телесно-природной реальности с техномирами породило феномен гибридной реальности, в которой вещи начинают коммуницировать друг с другом и с человеком (проект Интернет-вещей).

С когнитивной точки зрения приборы и технические инструменты являются органопроекцией тела человека, они усиливают возможности восприятия и расширяют сознание, позволяя воображению проникать в скрытые измерения бытия. Сверхчувствительность приборов усиливает интеллектуальные возможности, но оборачивается ослаблением природной чувствительности человека. Вовлеченность мышления и сознания в техносреду и глобальные коммуникации таит в себе угрозу упрощения языка и роботизации сознания. Много споров вызвала проблема «цифрового слабоумия» и кризиса рациональности [Герасимова и др., 2017, с. 97–106]. В век высоких технологий блага цивилизации сопряжены с потерями естественного разума.

Технонаука: экономика и бизнес

Связь технонауки с экономикой и бизнесом преобразует все стороны общественной жизни, в том числе и инженерное знание. Мощная волна переориентации науки на технологию и прикладные исследования началась в США в 70-е гг. прошлого века и прокатилась по всему миру. Именно в те годы экономическая стратегия трех «Э» (Энергетика, Экология, Экспорт) вызвала к жизни заинтересованность крупного бизнеса в инвестициях в высокие технологии, и, как следствие, в продвижении товаров и услуг, которые ранее не знал рынок. Возникла потребность в менеджерах в сфере финансов и бизнеса (Business-Schools) [Мирский и др., 2008, с. 170]. Масса молодых талантливых исследователей вынуждена находить работу в инновационных лабораториях фирм, где в силу специфики бизнеса царят конкуренция, успех и карьера. Опасность пренебрежения фундаментальными исследованиями с присущими им идеалами доказательности и строгой проверки, на которую необходимо время, этикой научного исследования, привела к скандалам о подтасовке результатов в солидных журналах. Вторая волна переориентации науки на технологии и бизнес стала заметна в конце XX в. с массовым проникновением информационно-коммуникационных технологий во все сферы общественной жизни – лаборатории, экономику, бизнес, культуру, повседневность. Технологическая рево-



люция в коммуникационных технологиях привела к доступности колоссальных объемов информационных ресурсов, вызвав к жизни крайне противоречивые тенденции: с одной стороны, возникли возможности для мировой интеграции науки, а с другой стороны, социализация научного знания в сетях привела к профанации самого знания и как следствие, обесцениванию научного труда в общественном сознании.

Переориентация мирового сообщества на глобальную экономику вынуждает в основу экономического и культурного развития страны закладывать инновационное развитие и «прорывные» технологии, по замыслу обеспечивающие конкурентоспособность страны. Культуру знаний начинает подменять культура поиска, опережения и обновления, другими словами, проектная деятельность. Глобализация и ориентация на интенсивное изобретение высоких технологий предъявляют особые требования к инженерному труду, к компетенциям которого относят: развитость коммуникативных способностей, умение работать в сетях и глобальных командах, организационные способности менеджера, знание иностранного языка как гражданина мира. Многие университеты приняли ориентированную на инновационную деятельность концепцию CDIO – планирование (Conceiving), проектирование (Designing), производство (Implementing) и применение (Operating) [Кроули и др., 2015]. Согласно концепции CDIO, необходимо готовить инженера-бизнесмена, который знает как планировать, проектировать, производить и применять сложные инженерные системы, понимает принципы бизнеса. В ходе подготовки решающую роль играет строго регламентированная оценка результатов учебного процесса, который все более и более автоматизируется.

В ходе реформирования науки и образования в РФ взята установка на реализацию концепции «результативного подхода» («бизнес-подхода»), согласно которой в управлении исследовательскими и образовательными процессами все можно просчитать. В конце XIX в. появилась первая концепция управления Ф. Тэйлора, ориентированная на производство и игнорировавшая психологические факторы. Позднее существовали разные школы управления, и в конечном итоге пришли к созданию системных концепций управления [Карпов, 2005, с. 15–23], но идеи Тэйлора вновь ожили в XXI в. на волне информационно-коммуникационных технологий. Реакцией «академических профессионалов» на вторжение «неомеджераляного капитализма» в сферу науки стало движение «медленной науки» [Абрамов и др., 2016]. С точки зрения академического сообщества, интенсификация и строгая регламентация научных исследований от «экономики знаний» грозит потерей не только фундаментальной науки, но и науки и образования в целом как творческих областей с выработанным исто-



рией этосом науки. Проблема «медленной науки» в условиях информационно-коммуникационных технологий порождает новые вопросы научной рациональности, связанные с возможностью интеллектуальной работы в ускоренных режимах.

Процессы глобализации, информатизации, автоматизации порождают множество проблем, непосредственно сказывающихся на уровне знаний, в том числе и инженерных. Исчезают редкие профессии и инженерные кадры, оказавшиеся за чертой «модернити». Высокотехнологичная промышленность с автоматизированными системами управления для своего обслуживания востребует высококвалифицированные кадры инженерных и технических работников. Экономически востребованной становится только инженерная элита, массовое высвобождение инженерных кадров, как и многих других профессий, порождает острые социальные проблемы.

Ускоренное инновационное преобразование техносферы, обеспечивающее человечеству комфорт и материальные блага, имеет оборотную сторону – нарастающие глобальные риски и планетарные угрозы. Есть проблемы глобального общества, решение которых зависит от инженерной деятельности.

Глобальные риски и задачи инженерии

Термин Ульриха Бека «глобальное общество риска» прочно вошел в научный оборот [Бек, 1986]. С возрастанием скорости инновационного развития с еще большей скоростью увеличивается разрыв между обозримыми рисками и угрозами. С 90-х гг. XX в. риски начинают принимать планетарно-глобальный, системный характер: один тип риска вызывает по цепочке другой тип риска.

К системе глобальных рисков относят экологические, экономические, социальные, технологические, информационные, угрозы национальной и международной безопасности, экзистенциальные риски и пр. Из экологических рисков первое место занимает проблема изменения климата. Среди экономических рисков выделяют угрозы макроэкономике, которые напрямую провоцируют социальные риски роста безработицы, социальной и политической напряженности. Геополитические риски угрожают мировому сообществу и ресурсам планеты. Стремление отдельных стран к относительной независимости в области экономики вызывает реальные проблемы в силу международного разделения труда. Среди социальных рисков наибольшую обеспокоенность вызывают риски растущих городов, связанные с нарушением экологического равновесия, изменениями климата, загрязнением окружающей среды, пандемиями и пр.



Технологические риски порождают экологические и социальные угрозы планетарного масштаба. Например, механические вибрации мощных электрических машин (атомные и гидроэлектростанции) и автомобильный транспорт породили явление, которое геофизики называли «техногенной вибрационной эрозией литосферы» [Капустян, 2003, с. 215]. Основная проблема технологической рациональности заключается в слабости прогностической способности, невозможности предусмотреть значимые последствия запуска новых процессов в сложной саморазвивающейся техно-природной среде. Уже сегодня в научный и правовой оборот вводят понятие «накопленного экологического ущерба» [Соловьянов, 2015]. Катастрофы из категории событий переходят в категорию процессов.

Считается, что информационные риски наиболее непредсказуемы. Кибератаки могут буквально из ничего спровоцировать геополитический кризис. В войнах «управляемого хаоса» XXI в. в условиях геосоциопространства основной удар направляется на завоевание «символического пространства» путем воздействия технологий на мировоззрение, картину мира, образ жизни с последующим подчинением внешнему управлению [Соколов, 2015, с. 17].

Экзистенциальные риски угрожают формам разума человека и его бытию как личности. Различают риски, созданные самим *Homo sapiens* и **природные риски**. В условиях ускоренного научно-технического развития идут трансформации сознания и когнитивных способностей человека.

Проблемы общества глобального риска обсуждаются в инженерном сообществе в соответствии с пониманием задач технического творчества в контексте технологического или технократического подхода. Технократический дискурс опирается на логику саморазвития техносферы. Инженерам и ученым отводится роль лиц, обслуживающих высокотехнологическую промышленность. Технологический подход направлен на проблемы материальной культуры, решение которых невозможно без инженерной деятельности, что осознается в профессиональном сообществе. Философы-методологи добавляют: инженерная деятельность является частью целостной социотехнической системы.

Установка на решение проблем ресурсосбережения, ресурсоэффективности, экологической безопасности, техносферной безопасности инженерами вводится в ранг мировоззрения. Культура ресурсоэффективности предполагает изучение природных циклических процессов и разработку технических систем, основанных на «замкнутых циклах» и возобновляемых ресурсах. Например, в атомной энергетике разрабатываются технологии, позволяющие «выделить ценные для различных отраслей промышленности вещества и свести к минимуму количество радиоактивных отходов <...> У России есть шансы одной



из первых замкнуть топливный цикл» за счет технологий использования вырабатываемого реакторами, работающими на быстрых нейтронах нового ядерного топлива [Зубкова, 2017, с. 20]. Специалисты по инженерной экологии ставят цель – преобразование георесурсов в 100 % чистые экоресурсы [Глушко, 2015].

Разрабатываются концепции экологической и техносферной безопасности, в том числе глобального характера. Ставятся задачи мониторинга крупных природно-технических систем с целью восстановления гармоничных (устойчивых) отношений между биосферой и техносферой. Инженерно-техническое решение проблем управления природно-техническими системами усматривается, например, в создании «экологических регуляторов», которые, в частности, могут защитить отдельные регионы от засух и наводнений. Системная техноэкология предполагает комплексное изучение технических и экологических проблем [Суздалева, 2016]. С философско-методологической стороны отметим, что комплексное изучение природно-технических систем предполагает проникновение гуманитарной методологии в естественнонаучные и инженерно-технические области. Необходимость координации усилий инженерно-технических работников, естественников и гуманитариев в решение глобальных проблем осознается и самими инженерами. «Решение гуманитарных проблем общества становится базисной задачей подготовки инженера, выводя инженерную профессию в разряд культуuroбразующих» [Иванов и др., 2015, с. 62].

Взаимоотношение гуманитарных и технических наук осмысляется методологами науки в понятии конвергенции, что предполагает «встречу» и диалог представителей различных типов рациональности [Аршинов, Буданов, 2016]. Формами организации совместных исследований служат междисциплинарные и трансдисциплинарные коллективы. Если дисциплинарность составляет базовую основу предметного научно-технического знания, то междисциплинарные коллективы создаются при решении проблемно-ориентированных и практико-ориентированных задач. Трансдисциплинарные дискуссии, затрагивающие ценностные аспекты инновационных проектов и практики, развиваются пока локально (социальная оценка техники, конвергентные технологии, цифровые технологии и виртуальные сообщества). Трансдисциплинарность в своей основе предполагает соединение философской методологии, этики, эстетики с естественнонаучным и инженерным знанием, и их воплощением в практическом действии, как социального, так и технического характера.

Сами инженеры говорят, что междисциплинарность – это настоящее, а трансдисциплинарность – будущее. Трансдисциплинарность предполагает выход за пределы своих дисциплин и привычного стиля мышления. Нужно быть философом, чтобы мыслить о системных характеристиках мира, соединяя технологии, природу, общество и человека.



Список литературы

Абрамов и др. 2016 – *Абрамов Р.Н., Груздев И.А., Терентьев Е.А.* Академическая профессия и идеология «медленной науки» // Высшее образование в России. 2016. № 10. С. 62–69.

Бек, 2000 – *Бек У.* Общество риска. На пути к другому модерну / Пер. с нем. В. Седильника, Н. Федоровой. М.: Прогресс-Традиция, 2000. 383 с.

Герасимова и др., 2017 – *Герасимова И.А., Смирнова О.М., Фалеев А.Н., Филатова М.Н., Юдина М.Е.* Проблемы и риски инженерного образования в XXI веке. М.: Университет. кн., 2017. 312 с.

Глушко, 2015 – *Глушко А.А.* Техносфера-XXI. Ч. I. 2015. № 2. С. 2–31.

Горохов, 2012 – *Горохов В.Г.* Технические науки: история и теория (история науки с философской точки зрения). М.: Логос, 2012. 512 с.

Иванов и др., 2015 – *Иванов В.Г., Кайбиянина А.А., Городецкая И.М.* Инженерное образование для «гибкого, жизнеспособного и стабильного общества» // Высш. образование в России. 2015. № 12. С. 60–69.

Зубкова, 2017 – *Зубкова Е.* Возобновляемый атом // Наука и жизнь. 2017. № 1. С. 20–21.

Капустян, 2003 – *Капустян Н.К.* Техногенное вибровоздействие на литосферу – объект планетарных исследований XXI века // Проблемы геофизики XXI века: в 2 кн. Кн. 2. М.: Наука, 2003. С. 213-244.

Карпов, 2005 – *Карпов А.В.* Психология менеджмента. М.: Гардарики, 2005. 584 с.

Копциг, Ризниченко, 2000 – *Копциг В.А., Ризниченко Г.Ю.* Нелинейный мир науки и искусства // Языки науки – языки искусства / под ред. З. Журавлевой. М.: Прогресс-Традиция, 2000. С. 7–9.

Кроули и др., 2015 – *Кроули Э.Ф., Малмквист Й., Остlund С., Бродер Д., Эдрем К.* Переосмысление инженерного образования. Подход CDIO / пер. с англ. С. Рыбушкинов; науч. ред. А. Чучалин. М.: Издат. дом Высш. шк. экономики. 2015. 504 с.

Кудрин, 1998 – *Кудрин Б.И.* Технетика: Новая парадигма философии техники (третья научная картина мира). Препринт. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1998. 40 с.

Мирский и др., 2008 – *Мирский Э.М., Барботько Л.М., Войтов В.А.* Наука и бизнес. Этнос фронта // Этнос науки / Отв. ред. Л.П. Киященко, Е.З. Мирская. М.: Асадемия, 2008. С. 166–181.

Соколов, 2015 – *Соколов Ю.И.* Глобальные риски XXI века // Проблемы анализа риска. 2015. Том. 12. № 2. С. 6–20.

Соловьянов, 2015 – *Соловьянов А.А.* О подходах к решению проблем накопленного экологического ущерба в Российской Федерации // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2015. № 8. С. 33–38.

Суздалева, 2016 – *Суздалева А.Л.* Системная техноэкология и управляемые природно-технические системы // Безопасность в техносфере. 2016. № 3. С. 6–14.



References

- Abramov, R. N., Gruzdev, I. A., Terentyev, E. A. “Akademicheskaya professiya i ideologiya «medlennoy nauki»” [Academic profession and ideology of “slow science”], *Vyssee obrazovanie v Rossii* [Higher education in Russia], 2016, no. 10, pp. 62–69. (In Russian)
- Beck, U. *Obshchestvo riska. Na puti k drugomu modernu* [Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne]. Moscow: Progress-Tradicija, 2000. 383 pp. (In Russian)
- Crawley, E. F., Malmqvist, J., Östlund, S., Brodeur, D. R., Edström, K. *Rethinking Engineering Education. The CDIO Approach*. New York, Dordrecht, L.: Springer International Pub., 2014. 310 pp.
- Gerashimova, I. A., Smirnova, O. M., Faleyev, A. N., Filatova, M. N., Yudin, M. E. *Problemy i riski inzhenernogo obrazovaniya v 21 veke* [Problems and risks of engineering education in the 21st century]. Moscow: University Book, 2017. 312 pp. (In Russian)
- Glushko, A.A. *Tekhnosfera-XXI* [The Technosphere-XXI], 2015, ch.1, no 2, pp. 2–31. (In Russian)
- Gorokhov, V. G. *Tekhnicheskiye nauki: istoriya i teoriya (istoriya nauki s filosofskoy tochki zreniya)* [Engineering: History and Theory (the history of science from a philosophical point of view)]. Moscow: Logos, 2012, 512 pp. (In Russian)
- Ivanov, V. G., Kaybiyanina, A. A., Gorodetskaya, I. M. “Inzhenernoye obrazovaniye dlya «gibkogo, zhiznesposobnogo i stabil'nogo obshchestva»” [Engineering education for a “flexible, sustainable and stable society”], *Vyssee obrazovanie v Rossii* [Higher education in Russia], 2015, no. 12, pp. 60–69. (In Russian)
- Zubkova, E. “Vozobnovlyayemyy atom” [Renewable atom], *Nauka i zhizn'* [Science and life], 2017, no. 1, pp. 20–21. (In Russian)
- Kapustyan, N. K. “Tekhnogennoye vibrozdeystviye na litosferu – ob'yekt planetarnykh issledovaniy XXI veka” [Technogenic vibration influence on the lithosphere - an object of planetary research of the XXI century], *Problemy geografiy v XXI veke* [Problems of geophysics of the XXI century. Book. 2.] Moscow: Nauka, 2003, pp. 213–244. (In Russian)
- Koptsig, V. A., Riznichenko, G. Yu. “Nelineynyy mir nauki i iskusstva” [The non-linear world of art], in: Zhuravlyova Z. (ed.). *Yazyki nauki - yazyki iskusstva* [The Languages of Science are the Languages of Art]. Moscow, Progress-Tradition Pb, 2000, pp. 7–9. (In Russian)
- Kudrin, B. I. *Tekhnika: Novaya paradigma filosofii tekhniki (tret'ya nauchnaya kartina mira)* [Technics: A new paradigm of technology philosophy (the third scientific picture of the world)]. Tomsk: Tomsk University Publ., 1998. 40 pp. (In Russian)
- Mirskiy, E. M., Barbot'ko, L. M., Voytov, V. A. “Nauka i biznes. Etos frontira” [Science and business. Ethos frontier], in: Kiyaschenko, L. P., Mirskaya, E. Z. (eds.). *Etika nauki* [Ethos of Science]. Moscow: Academia, 2008, pp. 166–181. (In Russian)
- Sokolov, Yu. I. “Global'nyye riski XXI veka” [Global risks of the 2021 century], *Problemy analiza riska* [Problems of risk analysis], 2015, no. 2, vol. 12, pp. 6–20. (In Russian)



Solov'yanov, A. A. "O podkhodakh k resheniyu problem nakoplenogo ekologicheskogo ushcherba v Rossiiskoi Federatsii" [On approaches to solving the problems of accumulated environmental damage in the Russian Federation], *Zashchita okruzhayushchei sredy v neftegazovom komplekse* [Environmental protection in oil and gas complex], 2015, no. 8, pp. 33–38. (In Russian)

Suzdaleva, A. L. "Sistemnaya tekhnokologiya i upravlyaemye prirodno-tekhnicheskie sistemy" [System technology and managed nature-technical systems], *Bezopasnost' v tekhnosfere* [Safety in technosphere], 2016, no. 3, pp. 6–14. (In Russian)