

НБИК-технологии как вызов образованию

© Н.Г. Багдасарьян, В.С. Кошик

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

Раскрыты потенциал НБИК-технологий и перспективы революционных преобразований человечества посредством конвергентных технологий. Подчеркнута значимость идеи комбинирования уже известных технологий для создания прорывного эффекта в новых областях знаний. Подтверждена важность инженерного образования как центрального звена в подготовке кадров будущего, рассмотрено значение конвергентных технологий в подготовке современного инженера. Определена необходимость изменения традиционного стиля инженерного мышления на инновационный. Аргументированы проблемы становления современного инженерного образования в реалиях социально-экономической инфраструктуры России. Указана прямая зависимость конкурентоспособности государства от его способности создавать прорывные технологии и от качества подготовки инженерных кадров.

Ключевые слова: НБИК-технологии, конвергентные технологии, комбинирование технологий, прорывные технологии, инженер будущего, инженерное образование

Из божественной топки Вулкана вышли как мечты, так и страдания рода человеческого. Сегодня мы разрабатываем принципиально новые машины, «скованные» из отдельных атомов. Эти машины должны стать нашими «первичными инструментами». Но что они принесут человечеству — пламя познания или ветры хаоса? [1, с. 268]

Революционизирующее воздействие НБИК-технологий. Нано-, био-, инфо-, когнитивные (НБИК) технологии имеют потенциал, которого не было ни у одной из технологий, известных человечеству. Возможность создания из атомов (т. е. почти из ничего) предметов, необходимых людям, — от обуви до продуктов питания, зданий, оружия и прочего — равнозначна тому, что могли создавать только боги. То, что человек становится способен проникнуть в квантовый, невидимый обычному глазу мир, потрясает. В Учебно-научном центре нанотехнологий МГТУ им. Н.Э. Баумана находится атомно-силовой микроскоп. На экране компьютера, связанного с ним, — белые сферы-шарики, как мячики для пинг-понга. Это атомы на поверхности образца. С помощью курсора ими можно управлять с целью решения нужных для промышленности (или медицины, или других областей) задач.

Человечество находится еще в самом начале революционных преобразований, которые можно совершить с помощью конвергентных технологий. Но опыт развития техносферы показывает, что необходима своевременная рефлексия глубинных оснований нововведений. Скорость их появления столь велика, что социализированный человек вынужден «заглатывать» технологическую новинку, не успев осознать последствий ее пребывания в его жизни. Появление искусственного интеллекта, регенеративной медицины, квантовых и ДНК-компьютеров, использование ядерной энергии и т. д. — все это имеет амбивалентную природу. И природа эта до конца еще не осмыслена — ни самими технологами, создающими подобные продукты, ни философами или социологами, склонными акцентировать внимание на негативных следствиях нововведений. Социально-философская рефлексия природы революционных преобразований общества выводит на необходимость рассмотрения процессов, которые этим скачкам предшествуют, их сопровождают, а затем тянут за собой следствия.

В 1956 г. известный американский ученый-атомщик Р. Лэпп писал: «Мы не знаем, принесет ли с собой атом долгожданный прочный мир или в его смертоносных объятиях погибнут целые страны и народы. Но перспективы, которые открывает атомная энергия, настолько величественны, что мы можем уже сейчас признать ее великой революционирующей силой нашего века, величайшим техническим достижением человечества с того дня, как он научился пользоваться огнем» [2, с. 19]. Физик считал, что именно это достижение науки послужит основой нового образа жизни грядущих поколений.

Через полвека, в течение которого были достигнуты столь величественные результаты не только в атомной энергии, но и в энергии высоких технологий, кардинально меняющих жизнь общества и отдельного человека, люди продолжают оценивать технологические инновации как революционирующую силу.

В исследования НБИК-технологий вкладывается все больше средств. И все более остро люди ощущают новые технологии как судьбоносные: работа с материей на атомарном и субатомарном уровне, создание «сверхумных» материалов с абсолютно новыми свойствами, а также объектов на атомарном уровне точности предоставляют возможности для радикального изменения современного производства. Машины, сконструированные в эпоху промышленных революций, исчезнут с лица планеты. Появится нанопроизводство: любые вещи будут создаваться по мере потребности в них, затем разбираться обратно на атомы, чтобы сделать из них что-нибудь иное. Совмещая нанотехнологии с робототехникой и компьютерными технологиями, можно будет трансформировать одни объекты в любые

другие (эта новая область называется клэйтроной), программируя в том числе человеческие клоны [3, с. 72–74].

Если добавить к этому не только стремление, но и открывшиеся возможности когнитивных технологий, направленных на «улучшение» человека [4], то в совокупности с технологиями информационными они могут создавать такие модификации ума, которые приведут наряду с ростом скорости интеллектуальных операций к обеднению эмоциональной сферы, снижению потребности в сострадании, в эмпатии. Кроме того, информационные технологии уже сегодня создают практически безграничные возможности для дистанционного контроля элиты над психосферой массы населения. Даже в тех случаях, когда люди осознают свою зависимость от неких безличных сил, они не готовы отказаться от использования возможностей, предоставляемых современными технологиями, — от информации о дорожной ситуации до совершения мгновенных банковских операций. Даже тогда, когда очевидны риски.

Причина заключается не только в высокой степени комфортности, создаваемой такими технологиями, но и в более глубоких моментах человеческого бытия. Особенность современного состояния техносферы в том, что миры, в которые удалось проникнуть человеку как на мега-, так и на микроуровне не могут быть восприняты обычными органами чувств, они находятся далеко за их пределами. А следовательно, человек не всегда в состоянии подвергнуть свою деятельность рефлексии, осмыслить последствия своих действий.

Процесс кардинального изменения человека уже начался. В частности, люди все чаще не хотят мириться со своей естественной внешностью, обращаясь к возможностям пластической хирургии. Медицина дает шанс продлить молодость. В науке идут перспективные разработки технологий, ведущих к трансформациям человеческого генома, организуются хранилища биоматериалов, которые уже в недалеком будущем позволят проектировать человека. А если удастся осуществить вживление программируемых чипов, то экранные образы киборгов и терминаторов станут реальностью.

На одном из заседаний «Вечер тысячелетия», проходившем в 2000 г. в Белом доме, известный американский физик Стивен Хокинг высказал мысль, что человечеству пора взять на себя заботу об эволюции и спланировать программу систематического улучшения себя как вида. «Кто будет решать, что является “улучшением”? Что произойдет, если в результате “перепроектирования” нашего вида мы утратим что-то критически важное (например, сопротивляемость новой болезни)? И как такое “перепроектирование” скажется на наших отношениях с Творцом?» — задает в своей книге вопросы Фрэнсис Коллинз, руководитель успешно осуществленного некоммерческого международного проекта по расшифровке генома человека [5].

Из истории науки и техники известно, что новые технологии диктуются социальной потребностью, они обычно рождаются из опыта, приобретенного за пределами стандартных областей, возникают чаще в культурах, базирующихся на риске, они реагируют на экономические стимулы (на спрос или фактор изменения цены), накапливаются с развитием научно опосредованных коллегиальных сетей. В 1920-е гг. придавали особое значение тому, что технологические инновации появляются в результате новой комбинации уже существующих технологий и, как утверждал Кэмпферт, являются «композицией механических элементов, которые аккумулируются как часть социального наследия» [6, с. 258]. Идея комбинации уже известных технологий — несомненно, центральная в любой теории изобретения. Но до сих пор нет ясности, как именно происходит такое комбинирование. «Возникновение технологий приобретает мистический характер. Технологии всегда развиваются из некоторой центральной идеи или концепции — “метода вещи”» [6, с. 258].

Видимо, в обществах риска возникла потребность в перепроектировании человека, в создании постчеловека, потребность, однако, еще не нашедшая удовлетворительного объяснения.

Главные вопросы, на которые предстоит ответить: каков вектор революционных технологий в жизни современного общества? Что они дают обществу и человеку и что отнимают? Существуют ли границы инноваций? Кто должен их определить? Как избежать опасного и как подготовиться к неизбежному? Чему следует и чему не следует обучать молодежь и как система образования должна быть изменена в перспективе? И, может быть, самое главное: кого будут обучать, если людей заменят гуманоидные роботы?

Из этого блока трудных вопросов остановимся на последнем, рассмотрев, какие требования критические, или конвергентные, технологии предъявляют к инженерному образованию, которое становится центральным звеном в подготовке кадров будущего.

Инженерное образование в фокусе конвергентных технологий. Публикуется немало работ, посвященных инженерному образованию, где разброс оценок его состояния — при общем мнении о необходимости перемен — весьма велик. Так, ректор Санкт-Петербургского государственного политехнического университета, член-корреспондент РАН А.И. Рудской обращает внимание на смену парадигмы инженерного образования, структуры содержания и методов подготовки инженерных кадров, особенно в области высоких технологий. Он подчеркивает необходимость инженерной подготовки, основанной на принципах мультидисциплинарности, достижение которой невозможно без фундаментального знания физики и математики [7].

О том же говорят и пишут зарубежные ученые и практики. В частности, Киики Мокидзуки, бывший президент японской сталелитейной компании, ныне возглавляющий исследовательский институт Pacific в Нью-Йорке, акцентирует внимание на том, что в эпоху компьютеризированных заводов и станков с программным управлением математика приобрела первостепенное значение для производственного процесса. «Что же касается “мастерства”, то это слово уже не годится, так как подразумевает умение делать что-либо своими руками: например, выжигать по дереву или работать молотком. Сегодняшнее “мастерство” больше связано с работой головы, а не рук» [8, с. 79]. Общеизвестным становится суждение о том, что нарастает конфликт между традиционной парадигмой инженерного образования (*teacher Acentered*) и альтернативной (*learner Acentered*) [9], что требует перехода к новой модели инженерного образования. Однако ясности и единодушия по поводу конкретной конфигурации такой модели еще нет. Сложность в ее выработке предопределена системным характером собственно инженерной деятельности, ее диверсификацией и принципиальным разнообразием, с одной стороны, и многомерностью критериев ее оценки — с другой. Кроме традиционных критериев функциональности и экономических расчетов, сегодня не обойтись без учета степени эргономичности, требований экологии, а также этических и эстетических параметров.

Революционный характер НБИК-технологий, отвергающий традиционный стиль инженерного мышления, требует мышления иного типа — инновационного. Во всем мире идет осмысление того набора компетенций, которыми должен обладать современный инженер. Вот, например, перечень компетенций, сформулированный американскими коллегами:

- умение обучаться на протяжении всей жизни (*lifetime learning skills*);
- умение решать задачи (*problem solving*), мыслить критически (*critical thinking*) и творчески (*creative thinking skills*);
- навыки межличностного общения и работы в команде (*interpersonal and teamwork skills*);
- коммуникативные умения (*communicative skills*);
- навыки самооценки (*self-assessment skills*);
- умение интегративно и глобально мыслить (*integrative and global thinking skills*);
- умение реагировать на происходящие перемены (*change management skills*) [10].

Как видим, в этих требованиях акцент сделан как раз на развитии инновационного мышления. Но каким образом, посредством каких образовательных технологий, через какие предметные области может

быть достигнут результат? И как должна быть организована вся система обучения и воспитания, по каким принципам выстроена ее логика, как должен быть осуществлен отбор студентов на инженерные программы, требующие особых интеллектуальных способностей? И, наконец, где найти преподавателей, столь компетентных в суперновых направлениях науки?

Вполне понятно, почему во всем мире артикулирована потребность в смене парадигмы инженерного образования: наступила эпоха шестого технологического уклада, постнеклассического этапа науки, технаучи и пр. в глобальном масштабе. Разумеется, авторов статьи, в первую очередь, волнуют процессы, происходящие на этом общем фоне в России, и статус отечественного инженерного образования в динамике потребностей развития российской экономики и российского общества. А здесь имеет место своя специфика, связанная с традицией отечественного образования, особенности современного состояния социально-экономического развития, политические моменты, значимость которых также нельзя приуменьшать.

Не имея возможности в рамках настоящей статьи анализировать весь комплекс проблем, остановимся лишь на тех, которые в той или иной мере связаны с обозначенной темой — революционизирующим воздействием на общество высоких технологий.

Рассматривая этот вопрос, трудно проигнорировать выступление на губернаторских чтениях в марте 2017 г. ректора Сколковского института науки и технологий (Сколтех), академика РАН Александра Кулешова под названием «Россия оказалась в ситуации 1929 г.: инженеров новой формации просто некому учить». Академик приводит шокирующие факты плачевного положения подготовки инженерных кадров в России, делая вывод о том, что готовить специалистов надо с другой интенсивностью и обучать другим вещам. Например, сопромат давно уже не имеет никакой практической ценности, и в европейских инженерных школах он давно исчез, как и черчение, низок уровень математической подготовки даже в лучших вузах страны, в них не используют технологии развития креативности: «На входе институты получают самых одаренных ребят страны, а на выходе отдают сырье и пр.». Вывод жесткий: «Сейчас российский инженер — это человек, сидящий где-то на обочине проселочной дороги» [11].

Интересно, что А. Кулешов подчеркивает значимость математики для инженерной подготовки, приведя пример Франции, где школьный диплом, по словам академика, полностью покрывает по математике все российское высшее образование. Поступившего в университет французского студента два года учат только физике и математике, и лишь после этого он идет учиться инженерии [11].

К сожалению, А. Кулешов не называет причин сложившейся в отечественном образовании ситуации (а, как известно, лишь зная причины, можно двигаться к исправлению положения). Не говорит он и о роли Сколково. А, самое главное, кроме оптимистичного «шансы в России есть, у нас хорошая генетика» [11], не указан даже примерный очерк перспективной модели.

Между тем и ростки нового знания, и новые кадры преподавателей, и самые современные исследования — в том числе и в сфере высоких технологий — как жемчуг рассыпаны в стенах отечественных инженерных вузов. МГТУ им. Н.Э. Баумана, Технологический университет им. Петра Великого, Московский физико-технический институт, Томский технический университет и многие другие делают небезуспешные попытки стать современными учебными заведениями. Можно назвать, например, ставшую довольно распространенной такую форму организации прорывной науки, как научно-образовательные центры, которыми руководят молодые, талантливые выпускники вузов, прошедшие стажировку на Западе. Центры оснащены самой современной техникой для проведения исследований и НБИК-разработок. Их наличие в структуре университета позволяет подключать к реальным разработкам студентов и аспирантов [12]. Может быть, самое главное следствие этих процессов — в формировании творческой среды, которая вдохновляет молодежь на занятия наукой.

И все же следует понимать, что университеты существуют не в вакууме, а в реальной социально-экономической инфраструктуре. Преимущественно сырьевая экономика, ограниченные возможности трудоустройства в слабо развитую (несмотря на череду деклараций) сферу высоких технологий сдерживают рост вузов в этом направлении. К кардинальным изменениям, и не в лучшую сторону с точки зрения инженерной подготовки, привел Болонский процесс, ликвидировавший (за исключением некоторых, в основном оборонных, направлений) специалитет. А бакалавры и магистры — это, скорее, потребители, чем креативные создатели передовых технологий. Негативную роль в подготовке школьника к вузу сыграл и пресловутый ЕГЭ. Система олимпиад не может компенсировать глубокие знания по математике и физике. Не способствует развитию молодежной науки и новый статус аспирантуры, ставшей третьей ступенью образования. Теперь аспирант имеет зачетную книжку и обязан сидеть на лекциях и сдавать множество экзаменов — вместо работы рядом с научным руководителем, овладения интеллектуальным мастерством.

Повсеместно возникают сложности с производственными практиками прежде всего по причине ограниченной промышленной базы. А там, где предприятия работают успешно, персонал не всегда готов

тратить время на занятия со студентами. Столь эффективный способ постоянного обеспечения места для студенческой практики, как приглашение в качестве заведующего кафедрой директора соответствующего предприятия или института (как это практикуется, например, в МГТУ им. Н.Э. Баумана), вряд ли может считаться распространенной нормой.

Качеству обучения студентов явно препятствует система подушевого финансирования: вузы вынуждены мириться со слабыми студентами, завышая им оценки, чтобы сохранить контингент. Призывы руководства более тщательно работать со слабыми студентами не находят отклика у преподавателей. Увеличение учебной нагрузки до 900 часов в год на ставку, возрастание требований к публикационной активности, уменьшение сроков повышения квалификации до трех лет, лавинообразный рост учебно-методической документации резко сократили возможности преподавателя и в научной, и в учебной деятельности. Нет времени на организацию и проведение конференций и круглых столов, необходимых для поддержания научных контактов с коллегами, на тщательную подготовку к занятиям, на освоение новейшей литературы, а при таком количестве студентов — на индивидуальную работу с ними, поиск наиболее способных к науке.

Такая полезная в целом деятельность инженерных университетов, как развитие международных связей, позволяющая лучшим студентам выезжать на стажировки за рубеж, порой становится каналом «утечки мозгов». Одним из ярких примеров является Сколковский институт науки и технологий (Сколтех), который принимает в магистратуру выпускников ведущих технических вузов страны. Стажировка за рубеж открывает им широкие возможности.

Необходимо подчеркнуть, что конкурентоспособность государства прямо зависит от его способности создавать прорывные технологии, а следовательно, и от качества инженерных кадров, нацеленных на освоение и разработку перспективных направлений науки и техники.

Не претендуя на описание исчерпывающей картины модели технического образования, обратим внимание на наиболее проблемные моменты, которые играют кардинальную роль в подготовке современных инженеров.

Во-первых, несмотря на вполне осознанную и весьма четко артикулированную необходимость междисциплинарного подхода к освоению знаний, на появление в стенах вузов междисциплинарных научно-образовательных центров, в структуре учебных планов такой подход находит крайне слабое отражение. Инженерно-техническое образование по-прежнему ориентировано на узкодисциплинарное обучение, в котором блоки дисциплин — естественно-научных, тех-

нико-технологических и социогуманитарных довольно жестко разграничены. А это означает, что и реальность для будущих инженеров предстает как мир фрагментарный, но не взаимозависимый, целостный.

Инженер в такой парадигме решает конкретную задачу, не видя всего контекста — не только социального и культурного, но и технологического. Подобная деятельность как минимум не дает инновационной перспективы (так как самые передовые разработки творятся на границах), а как максимум может приводить к деструктивным для человека, общества и природы последствиям.

Во-вторых, у любого современного технико-технологического новшества есть фундаментальные истоки, знание которых расширяет интеллектуальный диапазон студента, показывает пути творческого поиска.

В-третьих, социотехнические системы формируются и развиваются в ситуации социальной неопределенности, предполагающей осуществление выбора способа действия. Обоснование этого выбора требует наличия развитого вариативного мышления студента, которое обеспечивается знанием современных достижений науки, в частности основ теории сложных систем (синергетики).

В-четвертых, общество риска, каким является современное общество, для которого характерны нелинейность, неустойчивость, неравновесность, требует от специалиста способности действовать самостоятельно, принимать адекватные решения в быстро меняющихся условиях и брать на себя ответственность. Следовательно, специалист должен обладать такими компетенциями, которые позволяют ему находиться в состоянии непрерывного саморазвития, самообразования, — сегодня невозможно получить знания раз и навсегда.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Каку М. *Физика будущего*. Москва, Альпина нон-фикшн, 2016, 584 с.
- [2] Лэпп Р. *Атомы и люди*. Москва, Издательство иностранной литературы, 1959, 290 с.
- [3] Уотсон Р. *50 идей, о которых нужно знать*. Москва, Фантом Пресс, 2015, 208 с.
- [4] Юдин Б.Г. Технонаука и «улучшение» человека. *Epistemology & Philosophy of Science*, 2016, № 2, с. 18–27.
- [5] Коллинз Ф. *Доказательства Бога: аргументы ученого*. Москва, Альпина нон-фикшн, 2008, с. 197.
- [6] Горохов В.Г. *Технические науки: история и теория (история науки с философской точки зрения)*. Москва, Логос, 2012, 512 с.
- [7] *Технологии подготовки инженеров нового типа обсудили в СПбПУ*. URL: <http://www.nanonewsnet.ru/news/2014/tekhnologii-podgotovki-inzhenerov-novogo-tipa-obsudili-v-spbpu> (дата обращения 20.10.2017).

- [8] Стюарт Т.А. *Интеллектуальный капитал. Новый источник богатства организаций*. Москва, Поколение, 2007, 368 с.
- [9] Felder R.M. Engineering Education: A Tale of Two Paradigms. In: McCabe B., Pantazidou M., Phillips D., eds. *Shaking the Foundations of GeoAEngineering Education*. Leiden, CRC Press, 2012, pp. 9–14.
- [10] Rugarcia A., Felder R.M., Woods D.R., Stice J.E. The future of engineering education. A vision for a new century. *Chemical Engineering Education*, 2000, no. 34, pp. 6–7.
- [11] Кулешов А. Россия оказалась в ситуации 1929 года: инженеров новой формации просто некому учить. *Агентство новостей «Строительный бизнес»*. URL: <http://ancb.ru/publication/read/4086> (дата обращения 20.10.2017).
- [12] Александров А.А. От ремесленных мастерских — к национальному исследовательскому университету техники и технологий. *Высшее образование в России*, 2015, № 4, с. 72–79.

Статья поступила в редакцию 20.11.2017

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Багдасарьян Н.Г., Кошик В.С. НБИК-технологии как вызов образованию. *Гуманитарный вестник*, 2018, вып. 1.
<http://dx.doi.org/10.18698/2306-8477-2018-1-500>

Багдасарьян Надежда Гегамовна — д-р филос. наук, профессор кафедры «Социология и культурология» МГТУ им. Н.Э. Баумана. e-mail: nbgagda@mail.ru

Кошик Виктор Сергеевич — аспирант кафедры «Социология и культурология» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

NBIC-technologies as a challenge to education

© N.G. Bagdasaryan, V.S. Koshik

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, 105005, Russia

The article considers the potential of NBIC technologies and the prospects for the revolutionary transformation of mankind via convergent technologies. The importance of the idea of combining already known technologies to create a breakthrough effect in new fields of knowledge is emphasized. It is conformed that engineering education as a central link in the training of the future staff is of great importance. The significance of convergent technologies in the training of a modern engineer is discussed. The necessity of reformation of traditional engineering way of thinking to the innovative one is determined. Reasons are given for the problems in the formation of modern engineering education in the realities of the social and economic infrastructure of Russia. The direct dependence of the state competitiveness on its ability to create breakthrough technologies and on the quality of training of the engineering personnel is indicated.

Keywords: NBIC technologies, convergent technologies, combining technologies, breakthrough technologies, engineer of the future, engineering education

REFERENCES

- [1] Kaku M. *Physics of the Future. How Science Will Shape Human Destiny and Our Daily Lives by the Year 2100*. New York London Toronto Sydney Auckland, Doubleday Publ., 2011 [In Russ.: Kaku M. *Fizika budushchego*. Moscow, Alpina non-fikshn Publ., 2016, 584 p.].
- [2] Lapp R. *Atoms and People*. Cambridge, MA, MIT Press Publ., 1959 [In Russ.: Lepp R. *Atomy i ludi*. Moscow, Inostrannaya literatura Publ., 1959, 290 p.].
- [3] Watson R. *The Future: 50 Ideas You Really Need to Know*. Quercus Publ., 2012, 208 p. [In Russ.: Watson R. *50 idey o kotorykh nuzhno znat*. Moscow, Fantom Press Publ., 2015, 208 p.].
- [4] Yudin B.G. *Epistemologiya i Filisofiya nauki — Epistemology & Philosophy of Science*, 2016, no. 2, pp. 18–27.
- [5] Collins F.S. *The Language of God: A Scientist Presents Evidence for Belief*. New York, London, Toronto, Sydney, Free Press Publ., 2006 [In Russ.: Collins F. *Dokazatelstva Boga: Argumenty uchenogo*. Moscow, Alpina non-fikshn Publ., 2008, 197 p.].
- [6] Gorokhov V.G. *Tekhnicheskie nauki: istoriya i teoriya (istoriya nauki s filosofskoy tochki zreniya)* [Engineering sciences: history and theory (history of science from a philosophical point of view)]. Moscow, Logos Publ., 2012, 512 p.
- [7] *Tekhnologii podgotovki inzhenerov novogo tipa obsudili v SPbPU* [Technologies for training engineers of a new type were discussed in SPbPU]. Available at: <http://www.nanonewsnet.ru/news/2014/tekhnologii-podgotovki-inzhenerov-novogo-tipa-obsudili-v-spbpu> (accessed October 20, 2017).
- [8] Stewart T.A. *Intellectual Capital: The New Wealth of Organizations*. Doubleday Publ., 1997, 261p. [In Russ.: Stewart T.A. *Intellektualnyy kapital. Novyy istochnik bogatstva organizatsiy*. Moscow, Pokolenie Publ., 2007, 368 p.].
- [9] Felder R.M. Engineering Education: A Tale of Two Paradigms. In: McCabe B., Pantazidou M., Phillips D., eds. *Shaking the Foundations of Geo-engineering Education*. Leiden, CRC Press Publ., 2012, pp. 9–14.

- [10] Rugarcia A., Felder R.M., Woods D.R., Stice J.E. *Chemical Engineering Education*, 2000, no. 34, pp. 6–7.
- [11] Kuleshov A. Rossiya okazalas v situatsii 1929 goda: inzhenerov novoy formatsii prosto nekomu učit [Russia has found itself in the situation of 1929: there is simply no one to teach engineers of the new formation]. *Agentstvo novostey "Stroitelnyy biznes"* [News Agency "Construction business"]. Available at: <http://ancb.ru/publication/read/4086> (accessed October 20, 2017).
- [12] Aleksandrov A.A. *Vysshee obrazovanie v Rossii — Higher Education in Russia*, 2015, no. 4, pp. 72–79.

Bagdasaryan N.G., Dr. Sc. (Philos.), Professor, Department of Sociology and Culturology, Bauman Moscow State Technical University. e-mail: ngbagda@mail.ru

Koshik V.S., post-graduate student, Department of Sociology and Culturology, Bauman Moscow State Technical University.