

Инженерная педагогика в контексте инженерной деятельности

Научная статья

DOI: 10.31992/0869-3617-2022-31-6-152-168

Мартынов Виктор Георгиевич – чл.-корр. РАО, д-р экон. наук, проф., ректор, martynov.v@gubkin.ru

Шейнбаум Виктор Соломонович – канд. техн. наук, проф., советник ректора, shvs@gubkin.ru

Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва, Россия

Адрес: 119991, Москва, Ленинский проспект, 65

***Аннотация.** Инженерная педагогика как профессиональная деятельность преподавателей, формирующих и развивающих необходимые будущим инженерам компетенции с использованием соответствующего педагогического инструментария и технологий, нацелена на то, чтобы студенты, окончив вуз/колледж, были эффективными в избранной ими инженерной деятельности/специальности/профессии, конкурентоспособными, готовыми активно участвовать в её инновационном развитии. Непрерывное развитие инженерной деятельности – её модернизация, совершенствование, экспансия в другие сферы деятельности – требует корректировки, обновления целей, средств и методологии образовательной деятельности в целом и инженерной педагогики в частности. Сегодня в фокус инженерной педагогики должны быть поставлены вопросы новой онтологии инженерной деятельности. Задача статьи – прояснить онтологические и методологические основания инженерной деятельности, рассмотреть её как многоаспектную и многомерную систему разделения труда, как открытую динамическую систему, зависящую от других видов деятельности. В этом смысле её можно представить как объект проектирования, обладающий свойством рекурсивности. Именно деятельностная онтология должна быть положена в основу методологии инженерной педагогики, которая готовит инструментарий для подготовки нового поколения инженерных кадров путём целевого непрерывного профессионального образования профессорско-преподавательского состава вузов.*

***Ключевые слова:** инженерная деятельность, инженерная педагогика, опережающее образование, деятельностная онтология, адаптивность, проектирование*

***Для цитирования:** Мартынов В.Г., Шейнбаум В.С. Инженерная педагогика в контексте инженерной деятельности // Высшее образование в России. 2022. Т. 31. № 6. С. 152–168. DOI: 10.31992/0869-3617-2022-31-6-152-168*

Engineering Pedagogy in the Context of Engineering Activity

Original article

DOI: 10.31992/0869-3617-2022-31-6-152-168

Viktor G. Martynov – Dr. Sci. (Economics), Prof., Rector, martynov.v@gubkin.ru

Viktor S. Sheinbaum – Cand. Sci. (Engineering), Prof., Rector's Adviser, shvs@gubkin.ru

Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), Moscow, Russia
Address: 65, Leninsky prosp., Moscow, 119991, Russian Federation

Abstract. Engineering pedagogy is a professional activity that forms and develops the required future engineers' competences with the help of appropriate pedagogical tools and technologies. It is essential that engineering graduates were productive, ready to actively participate in the innovative development of the chosen sphere. Ongoing development of engineering activity, its modernization, improvement, expansion into other areas of activity requires adjustment, updating goals, means and methodology of educational activity in general and engineering pedagogy in particular. Today engineering pedagogy should focus on the issues of a new ontology of engineering activity. The article aims to clarify ontological and methodological foundations of engineering activity, consider it as a multidimensional and multivariate system of division of labour, an open dynamic interdependent system. The article dwell on the conception of engineering designing, which has a property of recursiveness so that engineering activity may design itself. The authors argue that namely activity ontology should become the basis of the new methodology of engineering pedagogy, which creates the tools for training new generations of engineers by means of continuous professional education of university teaching staff.

Keywords: engineering activity, engineering pedagogy, advanced education, activity ontology, engineering designing, recursiveness, adaptability

Cite as: Martynov, V.G., Sheinbaum, V.S. (2022). Engineering Pedagogy in the Context of Engineering Activity. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 31, no. 6, pp. 152-168, doi: 10.31992/0869-3617-2022-31-6-152-168 (In Russ., abstract in Eng.).

Введение. Проблемная ситуация

Профессиональная успешность учеников – выпускников инженерных вузов – заставляет, вынуждает, мотивирует расти профессионально и их учителей – преподавательский корпус. Иначе говоря, инженерная педагогика и инженерная деятельность – системы, объективно связанные положительной обратной связью через инженерную практику, через обеспечиваемый ею научно-технический прогресс. Но при этом также очевидно и то, что институционально установленные рамки, в которых осуществляется инженерная и образовательная деятель-

ность и которые определяются ценностями, потребностями, доступными ресурсами, включая человеческие, действующим законодательством, способны оказывать существенное влияние на эту связь.

В упрощённом виде схематично её можно отобразить следующим образом (*Рис. 1*).

Ещё не так недавно всячески акцентировалась опережающая функция высшей школы по отношению к практической инженерной деятельности [1]. Основным смыслом этой функции, если абстрагироваться от частных случаев, – в том, что учить студентов (а чему и как их учить – центральные проблемы ин-

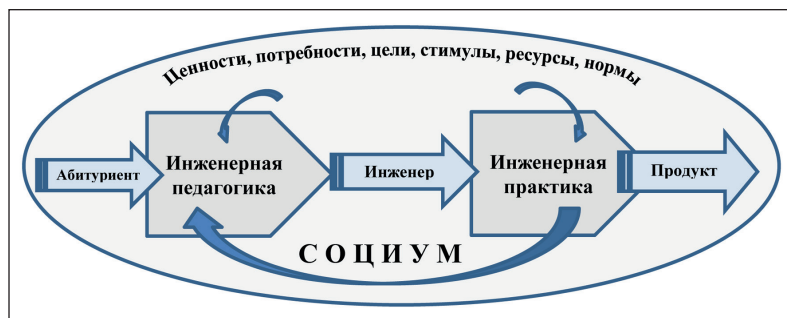


Рис. 1. Взаимосвязь инженерной педагогики и инженерной деятельности
 Fig. 1. Interrelationship between engineering pedagogy and engineering activity

женерной педагогики) надо ориентироваться не столько на существующую инженерную практику, сколько на её инновационное развитие, её фронт. Данная тема была одной из основных на проведённой 1–2 ноября 2021 г. под эгидой СПбПУ Петра Великого и при участии министра науки и образования Российской Федерации В.Н. Фалькова Второй онлайн-конференции «Современная подготовка инженеров»¹.

С включением в 2012 г. в Трудовой кодекс Российской Федерации статьи 195.1, определившей главенствующую роль профессиональных стандартов (далее – ПС) в квалификационных требованиях к работникам всех сфер экономической деятельности², на законодательном уровне было предписано, чтобы требования ФГОС к результатам освоения студентами образовательных программ соответствовали требованиям ПС³.

¹ Вторая онлайн-конференция «Современная подготовка инженеров» собрала более 1500 участников // Технет. Национальная технологическая инициатива. 2021. 21 ноября. URL: <https://technet-nti.ru/news/7924> (дата обращения: 26.05.2022).

² Трудовой кодекс РФ. Статья 195.1. Понятие квалификации работника. URL: <https://base.garant.ru/12125268/fb0038f2c8c34bfe3f3f439332701ac7/> (дата обращения: 26.05.2022).

³ Постановление Правительства Российской Федерации от 22.10. 2021 г. № 1810 «О внесении изменений в Правила разработки, утверждения Федеральных государственных образовательных стандартов и внесения в них измене-

но ПС, разработка которых, согласование в установленном порядке с заинтересованными работодателями, рассмотрение вначале в отраслевых советах, а затем в Национальном совете при Президенте Российской Федерации по профессиональным квалификациям, утверждение в Минтруде РФ и регистрация Минюстом РФ требуют не менее полутора лет. При этом они фиксируют, как правило, текущий, а нередко и вчерашний технико-технологический уровень отрасли и соответствующие ему средства труда, трудовые функции плюс необходимые для их выполнения знания и умения. При ориентации ФГОС и образовательных программ на подобные стандарты опережающая функция инженерного образования естественным образом ослабевает. Предметно это показано в [2].

И в том, и в другом случае инженерная деятельность выступает для инженерной педагогики как контекст. В сущности, именно это обстоятельство послужило одним из краеугольных оснований созданной академиком РАО А.А. Вербицким общей теории контекстного обучения [3].

Мировая практика показывает, что в ходе формирования в экономически развитых странах мира нового технологического уклада и новой экономики, основанной

ний» // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202110270006> (дата обращения: 26.05.2022).

знаниях, роль университетов, в которые наука встроена как их неотъемлемая органическая составляющая, существенно меняется. Во-первых, производимые, генерируемые такими университетами знания в формате «ноу-хау» обретают статус ценного, если не сказать самого ценного в настоящее время, рыночного продукта, а во-вторых, и это есть следствие первого, инжиниринговая и коммерческая деятельность университетов постепенно становится вровень с образовательной и научной. И на рынке труда эти университеты превращаются в крупных работодателей и задают стандарты современных инженерных компетенций [4].

Мировые лидеры в этой части – Стэнфорд, МИТ, Гарвард. В России это прежде всего национальные исследовательские университеты ИТМО, ВШЭ и СПбПУ Петра Великого⁴. В качестве примера опережающего подхода в части определения обязательных сегодня общепрофессиональных знаний и умений (компетенций) для работающих во всех отраслях промышленности инженеров-механиков, на которые должна ориентироваться инженерная педагогика, сошлёмся на проект общепрофессиональных компетенций, единых для области образования «Инженерное дело, технологии и технические науки», предложенный СПбПУ Петра Великого [5]. В этом проекте предпринимательские и инновационные компетенции выделены в самостоятельные группы компетенций, находящиеся в одном ряду в плане их значимости с фундаментальной компонентой инженерной подготовки.

Неинженерность, в её трактовке академиком РАО А.М. Новиковым [6], европейской (болонской) модели высшего образования находит своё выражение во всё громче звучащих в нашем бизнес- и академическом сообществах голосах о необходимости вос-

становить советское инженерное образование, а также в происходящем расширении перечня направлений подготовки инженерных кадров в рамках специалитета⁵.

Не следует забывать, что одним из важнейших преимуществ отечественного инженерного образования традиционно считалась подготовка специалиста под конкретное рабочее место [7]. К сожалению, современные адепты специалитета времён нашего абсолютного лидерства в космонавтике и успехов в развитии топливной энергетики недооценивают минусы такого подхода в экономике XXI в., потому что при его использовании неявно предполагается, что эти рабочие места и соответствующие им функционалы остаются неизменными, консервируются на время обучения студента в вузе. Современная же инженерная деятельность настолько динамично развивается, что о подобной консервации не может быть и речи: зачастую профессии и специальности, востребованные в бытность студента абитуриентом, перестают быть таковыми по прошествии пяти лет, когда он выходит на защиту дипломного проекта. Примеры подобных метаморфозных ситуаций приведены в «Атласе новых профессий» [8], и потому в качестве цели инженерной педагогики на первый план, наряду с инновационной направленностью, выходит также и адаптивность инженерного образования. Под адаптивностью мы понимаем способность выпускников относительно быстро приобретать новые компетенции для продуктивной работы с использованием новых средств труда при обновлении функционала и более серьёзной трансформации инженерной деятельности.

Удачно, по нашему мнению, охарактеризовал тесную связь фундаментализации образования с адаптивностью профессор

⁴ Боровков А.И. Что такое университет 4.0? V Московский международный форум «Открытые инновации», Москва, Технопарк Сколково 27.11. 2016. URL: <https://iamt.spbstu.ru/videos/?paging=6> (дата обращения: 26.05.2022).

⁵ Ректор МГУ В. Садовничий высказался за возвращение пятилетней программы обучения в вузах // Вести образования. 2020. 23 января. URL: https://vogazeta.ru/articles/2020/1/23/quality_of_education/11253-rektor_mgu_viktor_sadovnichiy_vyskazalsya_za_vozvraschenie_pyatiletney_programmy_obucheniya_v_vuzah? (дата обращения: 26.05.2022).

В.А. Тестов: «Фундаментализация предполагает, что одной из приоритетных задач образования должно стать формирование у людей внутренней потребности в саморазвитии и самообразовании, овладение ими методами получения знаний; становление ими таких личностных качеств, которые позволили бы им успешно адаптироваться, жить и работать в условиях нового века» [9, с. 91].

Эффективная поддержка высшей школой этих способностей современного инженера обеспечивается, как известно, через фундаментализацию вузовского образования, с одной стороны, и институциональное закрепление непрерывного образования как новой парадигмы профессионального образования – с другой. Дипломы бакалавра, магистра, дипломированного специалиста в этой парадигме со временем утрачивают свою непреходящую, можно даже сказать, сакральную ценность, если они не дополняются множеством сертификатов о регулярно приобретаемых после окончания университета компетенциях. И именно в подобной форме непрерывное профессиональное образование должно закрепляться на институциональном уровне. Традиционное же требование к работникам повышать квалификацию не реже одного раза в три года не вписывается в эту парадигму.

Мы не станем здесь входить в подробное обсуждение онтологии фундаментализации инженерного образования в её современном понимании. Ограничимся тем, что с позиции инженерной педагогики она должна рассматриваться по меньшей мере в трёхмерном пространстве:

– с точки зрения дидактики, то есть выстроенного в рамках определённой логики содержания образования, обеспечивающего формирование в сознании обучающихся целостной научной, с точностью до новейших достижений науки, картины мира;

– на основе развитых Г.П. Щедровицким представлений о деятельностной картине мира, с которой человек в своём мышлении оперирует как со средой обитания и которая

дополняет научную картину мира его от-рефлексируемым практическим опытом, а также опытом прошлых и нынешних поколений людей, так или иначе зафиксированным в культуре;

– исходя из системных представлений об образовании в целом и его фундаментальной компоненте как подсистеме, целостность которой предполагает синтез естественнонаучного и гуманитарного образования, благодаря которому у студентов формируется системное мышление как синергетический эффект, как свойство эмерджентности этой подсистемы.

Но при всей исключительной важности фундаментализации инженерного образования, развития у будущих инженеров системного мышления, адаптивности и всего того набора компетенций, который определяется ФГОС и примерными основными образовательными программами, сегодня в фокус инженерной педагогики должны быть поставлены вопросы новой онтологии инженерной деятельности. При анализе педагогической практики ведущих инженерных вузов страны, действующих нормативов, задающих её рамки, учебной литературы, посвящённой методологии инженерной деятельности, выясняется, что бытующие в нашем бизнес- и академическом сообществе представления об инженерной деятельности, которыми как базисными оперирует и отечественная инженерная педагогика безотносительно к направлениям и специальностям подготовки инженерных кадров, уже не адекватны реалиям XXI в. Говоря словами классиков, прогрессивные идеи развития инженерной педагогики в контексте развития инженерной практики пока ещё «не овладели массами». Так можно охарактеризовать проблемную ситуацию, целям разрешения которой может послужить настоящая статья.

Инженерная деятельность

как система есть объект проектирования

Таков ключевой тезис, который должен быть положен, как нам представляется, в основу инженерной педагогики. Попытаем-

ся его обосновать, проиллюстрировав традиционные представления об инженерной деятельности.

Всегда считалось само собой разумеющимся, что понятие «инженер» стоит в одном смысловом ряду с понятиями «учёный», «врач», «юрист», «писатель», «художник», «учитель», «политик», «предприниматель». Инженерное дело, как и наука, и медицина, и искусство, и юриспруденция, и все другие виды деятельности из этого ряда, интегрирует множество профессий/специальностей в соответствии с общностью их исходных целей, направленности, базовых подходов, мышления, методологии. Но как только дело доходит до понятия инженерной деятельности, консенсус пропадает. Взять, к примеру, самый элементарный вопрос: инженерная деятельность – это то же, что деятельность инженера, или нет?

Ещё в далёком 1988 г. профессор Ю.А. Казанский, тогдашний ректор Обнинского института атомной энергетики, поднимал эти вопросы. Рефлексируя по итогам проведённой там известным отечественным философом второй половины XX в. Г.П. Щедровицким оргдеятельностной игры «Содержание и методы вузовской подготовки инженеров-электриков», он писал, что «участники игры – преподаватели и студенты технических вузов, сотрудники НИИ, инженеры-производственники – зафиксировали отсутствие понятия инженерной деятельности. Оказалось, что трудно ответить на самые, казалось бы, простые вопросы: что такое инженер? Чем инженер отличается от техника? Можно было предположить, что то, чем занимается профессионально (на своём рабочем месте) дипломированный инженер, и есть инженерная деятельность, а человек с дипломом инженера – инженер. Но тут вставал каверзный вопрос: а так ли это на самом деле?» [10, с. 5].

Академик РАН Б.В. Литвинов в 2000 г. издал курс лекций под названием «Основы инженерной деятельности», который он многие

годы читал в Уральском государственном техническом университете. В 2015 г. вышло уже третье издание книги. В ней даётся однозначно утвердительный ответ на этот вопрос: есть инженерная деятельность, а есть рабочая [11].

В курсе лекций «Введение в инженерную деятельность», читаемом в Донском государственном техническом университете (дисциплина входит в состав профессионального цикла дисциплин по направлению «Автоматизация технологических процессов и производств» и «Управление в технических системах»), находим противоречивый ответ на поставленный вопрос: в одном месте сказано, что «процесс инженерной деятельности является выражением интеллектуальных потенций личности» и при этом данный процесс рассматривается как творчество, в другом – подчёркивается, что «не следует отождествлять инженерную деятельность лишь с деятельностью инженеров, которые часто *вынуждены* (курсив наш. – В.М., В.Ш.) выполнять техническую, а иногда и научную деятельность (если, например, имеющихся знаний недостаточно для создания какой-либо конкретной технической системы)» [12, с. 4].

Ещё в одном курсе лекций – «Введение в инженерную деятельность», читаемом в институте кибернетики Томского политехнического университета, понятия инженерной деятельности и инженерного труда отождествляются [13].

Точка зрения, что инженерную деятельность осуществляют инженеры, выпукло представлена и в монографии профессора И.К. Корнилова «Основы инженерного искусства» [14], и в известной многим поколениям российских инженеров книге профессора А.И. Половинкина «Основы инженерного творчества» [15].

Инженерное сообщество России в целом разделяет эту позицию. Так, авторитетная Ассоциация инженерного образования России (АИОР), возглавляемая уже четверть века профессором Ю.П. Похолоковым, с настойчивостью, заслуживающей

самого глубокого уважения, не один год ставит вопрос о необходимости принятия Федерального закона «О профессиональных инженерах в России», где было бы всё чётко определено про инженерную деятельность, про роль и место в ней инженера, про статус инженера в обществе [16]. В том же направлении действовала и Национальная палата инженеров (НПИ). Были и другие разработчики проектов подобного закона, в частности Российская инженерная академия (РИА). Сам по себе этот факт служит свидетельством наличия общественной потребности в совершенствовании нормирования инженерной деятельности в связи с формированием в России рыночной экономики, появлением негосударственных субъектов хозяйственной деятельности – как юридических, так и физических (что особенно важно) лиц.

Ещё раз подчеркнём, что названные проекты законов, предложенные авторитетными, весьма уважаемыми в инженерном сообществе специалистами, широко обсуждались и выносились на парламентские слушания. То, что эти проекты так и остались проектами, означает, что отношение к ним оказалось неоднозначным. Но при этом практически никто из оппонентов не оспаривал, что инженерная деятельность осуществляется инженерами и, таким образом, является деятельностью инженеров.

Не будем голословными. Согласно установленным нормам, в каждом проекте Федерального закона должна наличествовать статья «Термины и определения». Мы ограничимся рассмотрением в указанных проектах всего лишь двух позиций этой статьи под номером 2, в полной мере отражающих, на наш взгляд, бытующие в массовом сознании представления об инженерной деятельности.

1. Проект НПИ в редакции 2017 г.⁶

⁶ Проект закона об инженерной деятельности в Российской Федерации // Национальная палата инженеров. 2017. 30.08. URL: <http://npirf.ru/proekt-zakona-ob-inzhenernoj-deyatelnosti-v-rf/> (дата обращения: 26.05.2022).

«Инженерная деятельность – профессиональная деятельность, осуществляемая для целей конструирования, проектирования, производства, строительства и эксплуатации инженерных объектов с применением теоретических и практических знаний в технической сфере. *Субъекты инженерной деятельности – физические лица, имеющие статус инженера, а также юридические лица, зарегистрированные в порядке, установленном настоящим Федеральным законом.*

Инженер (инженерный работник) – специалист, имеющий высшее образование и осуществляющий инженерную деятельность».

2. Проект РИА⁷ (Направлен в вузы Ассоциации технических университетов с целью обсуждения и внесения изменений 31.01.2017 г. № АТУ-17-01/10)

«Пункт 6. Инженерная деятельность – деятельность в сфере материального производства в рамках отраслей промышленности, имеющая техническую направленность.

Пункт 7. Инженерный работник (инженер) – специалист, имеющий высшее образование и осуществляющий инженерную деятельность».

Но вот что писал уже упомянутый Г.П. Щедровицкий по этому поводу полвека назад: «По традиции, поскольку само понятие деятельности формировалось из понятия “поведение”, деятельность как таковую в большинстве случаев рассматривали как атрибут отдельного человека, как то, что им производится, создаётся и осуществляется, а сам человек в соответствии с этим выступал

⁷ Проект Федерального закона об инженерной деятельности в Российской Федерации (2-я редакция), подготовленный Российской инженерной академией и ведущими университетами РФ // Российская инженерная академия. 2016. 25.12. URL: <http://www.info-rae.ru/proekt-federalnogo-zakona-ob-inzhenernoj-deyatelnosti-v-rossijskoj-federacii-2-ya-redakciya-podgotovlennij-rossijskoj-inzhenernoj-akademiej-i-vedushhimi-universitetami-rf/> (дата обращения: 26.05.2022).

как “деятель”. И до сих пор большинство исследователей – психологов, логиков и даже социологов, не говоря уже о физиках, химиках и биологах, – думают точно так; само предположение, что вопрос может ставиться как-то иначе, например, что деятельность носит безличный характер, кажется им диким и несуразным. Но есть совершенно иная точка зрения. Работы Гегеля и Маркса утверждали рядом с традиционным пониманием деятельности другое, значительно более глубокое: согласно ему, человеческая социальная (добавим от себя – профессиональная) деятельность должна рассматриваться не как атрибут отдельного человека, а как исходная универсальная целостность, значительно более широкая, чем сами “люди» [17, с. 242]. Приведём ещё несколько важных цитат из этой работы: «Не отдельные индивидуумы тогда создают и производят деятельность, а наоборот: она сама захватывает их и заставляет “вести” себя определённым образом»; «... каждый человек, когда он рождается, сталкивается с уже сложившейся и непрерывно осуществляющейся вокруг него и рядом с ним деятельностью»; «люди оказываются принадлежащими к деятельности, включёнными в неё либо в качестве материала, либо в качестве элементов наряду с машинами, вещами, знаками, социальными организациями и т.д.»; «система человеческой социальной деятельности оказывается полиструктурной, то есть состоит из многих, как бы наложенных друг на друга структур, а каждая из них в свою очередь состоит из множества частных структур, находящихся в иерархических отношениях друг с другом» [17, с. 242–243].

Как видим, эти идеи действительно до сих пор «не овладели массами», и для инженерной педагогики являются своего рода экзотикой. Мы же считаем необходимым рассматривать их в инженерной педагогике в качестве базисных, ключевых.

Первая лекция в курсе «Методология инженерной деятельности, читаемом в Губкинском университете с конца 90-х гг., по-

свящённая самоопределению студентов в отношении предмета курса, в последние годы начинается именно с обсуждения вышеприведённых определений из проектов законов об инженерной деятельности, а также предлагаемых в авторских курсах и лекциях коллег из других университетов, в учебниках и монографиях, работах Г.П. и П.Г. Щедровицких. При этом студентам (а это, подчеркнём, по преимуществу магистранты, люди с высшим инженерным образованием) предлагается подвести под эти определения деятельность тех, кто служит в инженерных войсках, кто возводит инженерные сооружения, деятельность инженеров-программистов, инженеров по знаниям, инженеров генерального редактирования, не относящегося к сфере материального производства. Выясняется (к изумлению значительной части аудитории), что в инженерных войсках, «в стройбате» служат не инженеры, и дома строят не инженеры, а плотники, каменщики, сварщики, монтажники, штукатурки и проч. Так студенты оказываются внутри проблемной ситуации – налицо противоречия, и их надо как-то разрешить. Инженерные сооружения в нашем современном понимании (типа пирамиды Хеопса и прочих чудес света) люди создавали ещё в глубокой древности. А инженеры выделились из «трудового народа» существенно позднее и в два этапа: вначале в процессе общественного разделения труда появилась категория работников «умственного труда» (точнее сказать, «лиц умственных занятий»), куда входили администрация, жреческое сословие, философы, архитекторы, поэты, драматурги), а уже сравнительно недавно (XVI–XVII вв.) в этой группе появились профессиональные учёные и инженеры [18]. Кто же тогда раньше осуществлял инженерную деятельность? А если не было инженерной деятельности, откуда же взялись инженерные сооружения? Список подобных вопросов, оказывающихся неожиданными для студентов, находящихся на пороге выхода на дипломное проектирование, на этом не ограничивается.

Если исходить из представления, сформулированного Б.В. Литвиновым в уже упомянутой нами книге [11], что инженеры создают образы вещей, а рабочие превращают их в изделия, то тех великих зодчих древности, образное мышление которых обогатило цивилизацию всеми «чудесами света», мы с полным правом можем считать инженерами. Знаменитая фраза Архимеда, жившего в III в. до новой эры: «Дайте мне точку опоры, и я переверну Землю» – классический образец продуктивного инженерного мышления.

Разделение труда в человеческом обществе есть развитие разделения функций в живых организмах, начиная с одноклеточных. И с этой точки зрения инженеры-конструкторы и инженеры-технологи не являются самодостаточными в создании техники и технологий точно так же, как в музыке без музыкантов-исполнителей не являются самодостаточными композитор и дирижёр оркестра, а в театре – драматург и режиссёр без актёров.

Философия техники – относительно молодое философское направление, – претендующее быть смысловым фундаментом инженерной деятельности, выводит для неё на первый план как исходные понятия техносферы и технического объекта (ТО) как любой искусственной (то есть отсутствующей в природе) «вещи» (от каменного топора до космической станции), имеющей материальную основу и созданной трудом человека. Технические объекты в совокупности образуют техносферу. Возникает вопрос: как быть с технологией, неотделимой от ТО? (Рис. 2). Она же совершенно нематериальна. Это некое описание, информация, говоря современным языком, которая, как способ изготовления и использования ТО по назначению, является атрибутом ТО. (Само слово «технология» вошло в инженерный сленг тоже относительно недавно, лишь в XVIII в. Его ввёл в оборот в 1772 г. профессор Гёттингенского университета Иоганн Бекман для обозначения «науки о ремесле»). И разве технологии не есть часть техносферы?



Рис. 2. Неотделимость технического объекта от технологии

Fig. 1. Technical object is inseparable from technology

Далее. Могут ли блюда, которые подают в столовых и ресторанах или готовят дома, рассматриваться как технические объекты? К примеру, жареный картофель? Почему, когда из состриженной с барана шерсти с помощью последовательности технологических переделов получают одежду, то её относят к техническим объектам, а люля-кебаб из бараньего мяса, банальную яичницу, генно-модифицированные продукты – нет? Почему знаменитая ТРИЗ (теория решения изобретательских задач) Генриха Альтшуллера [19] игнорирует одежду и пищу как объекты изобретений? А нематериальная искусственная нейронная сеть – явно не технический объект в традиционной трактовке этого понятия, но это точно продукт и объект инженерной деятельности, не относящийся к сфере материального производства.

Не сужаем ли мы горизонты инженерного мышления, фокусируясь в инженерном образовании на традиционных машинах, механизмах, технологических установках, приборах, аппаратах, сооружениях?

На уже упомянутой выше Второй онлайн-конференции «Современная подготовка ин-

женеров» научный руководитель программы «Приоритет 2030» профессор А.Е. Волков чётко ответил на этот вопрос: «Современная инженерия *не должна* ограничиваться сложившимися школами инженеров-механиков. В данный контекст сегодня входят и биоинженерия, геномная и клеточная инженерия, IT-инженерия, а также гуманитарные, социальные рамки инженерных компетенций».

В нашей стране *инженерами человеческих душ* стали называть писателей (авторство метафоры приписывается Ю.К. Олеше), а Франклин Лейн, сподвижник 28-го президента США Вурдо Вильсона, утверждал, что отцы-основатели их страны были *инженерами* (Цит. по: [20, с. 51]). В этих аллюзиях, несомненно, кроется более глубокое и сильно опережавшее время понимание сущности и смысла инженерной деятельности и инженерной профессии.

В культуре древности и Средневековья вообще не было таких понятий, как инженер, учёный, научная и инженерная деятельность, проект и проектирование. Вот как профессор В.А. Глазычев объясняет этот факт: «Почему проектная деятельность, легко прослеживаемая на огромной толще человеческой истории, не обозначена как равноценная с искусством, философией, наукой? Потому что опознание не приходит само. Если не созрела культурная ситуация для него, оно не происходит. С позиций сегодняшнего дня крестовые походы можно описать как один из реализованных церковью проектов. Но ни их вдохновители, ни их участники и представить не могли подобное. Они не обладали проектным мышлением, само понятие проектирование в их логике отсутствовало. Сначала должно было сформироваться понятие общества, как нечто объединяющее всех живущих несловесным способом. Как только возникло слово “общество”, возник шанс для появления слова “культура”. Не как признак: культурный или не культурный человек, есть такой бытовой термин. А как понимание культуры как сложной машины, производящей, вос-

производящей, передающей и реализующей ценности. Это уже абстракция достаточно высокого порядка. Значит, сначала должно было возникнуть слово общество, чтобы возник шанс на опознание проектирования, которое осуществляется в обществе и в материале культуры» [21].

Понимать вышесказанное можно так: из факта отсутствия в обиходе понятий, обозначающих те или иные реальные процессы и явления, происходящие в природе и в человеческом обществе на протяжении всей его истории, не следует отсутствие самих этих процессов и явлений.

Перефразируя Г.П. Щедровицкого, позволим себе образно продолжить мысли Франклина Лейна и В.А. Глазычева: *всюду, где что-либо проектируется, «торчат уши» инженера.*

Рефлексия по поводу наблюдаемого в инженерной педагогике и фиксируемого нами несоответствия традиционных представлений об объектах инженерной деятельности, её предметной области и целей реальностям современности приводит нас к мысли о необходимости построения онтологии современной инженерной деятельности на основе некоторой предварительной аксиоматики, включающей два утверждения:

- *первое*: инженерная деятельность как профессиональная не является деятельностью отдельных инженеров-одиночек, она есть система разделения труда, в которой инженеры являются одним из её элементов наряду с учёными, рабочими, операторами, мастерами, менеджерами и другими категориями работников; как всякая система, она имеет все её атрибуты: функциональную и морфологическую структуры, подсистемы, элементы, специфические связи, в частности коммуникационные, эмерджентность;

- *второе*: предметная область инженерной деятельности не есть техносфера, ею являются человеческие потребности и человеческая деятельность в целом, все без исключения виды человеческой деятельности, технологизацию, неуклонное повышение эффек-

тивности и продуктивности которых призвана обеспечивать инженерная деятельность.

По отношению ко всем другим видам человеческой деятельности инженерная деятельность выполняет особую функцию: поставляя им инструментарий – технические средства и технологии, иначе говоря, технологизируя их, она выступает как особая сфера услуг, сервиса, а зачастую и как встроенная, «проросшая» в них подсистема (цеха и фабрики декораций в театрах и киностудиях, инженерные службы в образовательных учреждениях, в ЖКХ и т.д.).

Как система разделения труда инженерная деятельность многосубъектна, многоаспектна, в каждом аспекте многомерна, её структура многослойна, иерархические связи в ней сочетаются с сетевыми. Это открытая динамическая система: она зависима от множества других видов деятельности так же, как и они от неё.

Рисунок 3 в предельно упрощённой форме иллюстрирует понятие системы и деятельности как системы разделения труда. Если некоторые, в общем случае различные элементы связываются с помощью определённых, но при этом самых разнообразных по своим свойствам связей и образуют некую совокупность, то эта совокупность может стать системой. Это происходит тогда, когда она как единое целое приобретает особое свойство, которым не обладает ни один из её элементов, – эмерджентность. К числу таких свойств относится и так называемый синергетический эффект. Одни и те же элементы (на рисунке – атомы углерода) можно связать так, что получится система со свойством высокой твёрдости (у атома этого свойства нет), но можно связать и так, что образовавшаяся система будет, наоборот, очень мягкой. А у фуллерита, ещё одного вещества из чистого углерода, атомы которого образуют гранецентрированную кубическую кристаллическую решётку, твёрдость намного выше, чем у алмаза.

Атомы углерода на рисунке 3 можно уподобить рабочим местам отдельных субъ-

ектов, каждый из которых выполняет определённую трудовую функцию или трудовые действия, а связи между ними – их коммуникациям, информационным каналам. Природа, варьируя химические элементы, структуру и наполнение их связей, явила людям непостижимое разнообразие объектов, составляющих среду их обитания, не говоря уже о них самих. Люди, пытаясь следовать природе, убедились на своей практике, что, варьируя в коллективах компетенции людей, их численность, структуру связей (коммуникаций) и их наполнение, можно осуществлять самые разнообразные виды деятельности, причём с различной эффективностью.

Утверждение, что профессиональная деятельность – система, автоматически означает, что её можно исследовать, изучать, улучшать, проектировать, конструировать, нормировать, осуществлять, ею можно управлять. Она может быть удачной и неудачной, плодотворной и бесполезной, необходимой и вредной, опасной, преступной и благородной и т.д. От того, каковы принципы и структура разделения труда в системе деятельности, её субъекты и их взаимосвязи, зависит сама возможность достижения желаемой цели и получаемый эффект при её достижении. Хрестоматийный аллегорический пример – лебедь, рак и щука из знаменитой басни И.А. Крылова.

Проектирование инженерной деятельности и есть высший пилотаж в профессии инженера. Величие С.П. Королёва именно в том, что он первым спроектировал космонавтику как новый вид человеческой деятельности.

Всякая профессиональная деятельность конституируется через её организованности. В инженерной – это ремесленные цеха, мануфактуры, фабрики, заводы, шахты, промыслы, конструкторские бюро и проектные институты, инжиниринговые компании, кластеры, стартапы и т.п.

Инженерная деятельность рекурсивна, она способна проектировать самой себя. Спроектировать стартап, – а это в настоя-

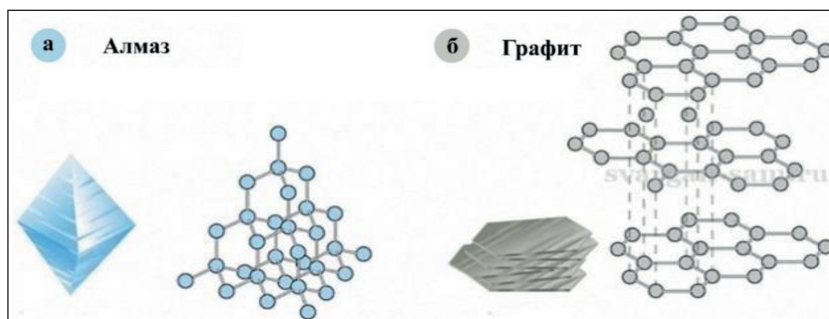


Рис. 3. Иллюстрация понятия системы
Fig. 3. Illustration of the notion of system

щее время предполагается сделать предметом выпускных квалификационных работ в целом ряде инженерных вузов, – в сущности, и означает спроектировать конкретную инженерную деятельность⁸. При этом мы в проектирование деятельности включаем и его предварительную стадию – программирование, на которой формулируются и уточняются цели и задачи, решаемые проектируемой деятельностью.

Кто и как определяет (программирует пути и способы достижения) цели, кто и как организует, обеспечивает и осуществляет проектный процесс, проектирует деятельность в представлении её соответствующей организованностью, кто оценивает её эффективность, в чём она измеряется, кто конструирует средства деятельности – это и многое другое, что определяет *инженерную деятельность как систему разделения труда*, необходимо включать в круг тем современной инженерной педагогики.

Данное представление о профессиональной деятельности базируется, как и полагается, на следующих «трёх источниках и трёх составных частях»:

1) философское определение деятельности как «формы активного отношения людей к окружающему миру, существо которо-

го составляет его целесообразное изменение в их интересах»⁹;

2) понимание проектирования, данное известным польским праксиологом В. Гаспарским: «проектирование – это информационная подготовка действия, направленного на изменение реальности» [23, с. 52];

3) изложенная в многочисленных публикациях и лекциях П.Г. Щедровицкого аргументация в пользу того, что социальная, в том числе и профессиональная, деятельность – это система разделения труда, углубляющаяся в ходе цивилизационного развития человечества [24].

При этом проектирование инженерной деятельности включает проектирование а) проектно-конструкторского процесса, б) производственного процесса, в) процесса использования продукта (изделия) по назначению с сохранением при этом потребительских характеристик (качества) и его утилизацию в той или иной форме, и всё это – в их неразрывном единстве [25].

Спроектировать деятельность означает описать в установленной форме (вербально, графически, схематично и т.д.) каждый из её атрибутов: (Рис. 4).

- предмет деятельности;
- среду деятельности;
- цели и критерии оценки продукта деятельности, их первооснову (ценности, потребности);

⁸ Стартап как диплом // Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. 2020. 20 ноября. URL: https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/?ELEMENT_ID=25900 (дата обращения: 26.05.2022).

⁹ Философский энциклопедический словарь / Ред.-сост. Е.Ф. Губский. М.: ИНФРА-М, 1997.



Рис. 4. Онтологическая схема инженерной деятельности

Fig. 4. Ontological scheme of engineering activity

- ожидаемые результаты (продукты) деятельности, их потребители;
- объекты деятельности;
- субъектов деятельности (физических и юридических лиц в их сетевых и иерархические связях);
- средства (ресурсы, инфраструктуру) деятельности, их источники (поставщиков);
- процесс деятельности, её жизненный цикл: стадии, этапы (цепочки формирования добавленной стоимости), их содержание, длительности, причинно-следственные связи;
- способы (технологии), организованности (их функциональную и морфологическую структуру, целостность, эмерджентность, открытость, изменчивость), нормы, в том числе, этические (Рис. 4).

Заключение

Коротко подытожить все вышеизложенное в статье можно следующими образом. Инженерная деятельность есть контекст инженерной педагогики и – опосредованно, через инженерное образование – также и её предметная область, в трансформации которой активно участвуют кадры, подготовленные с использованием инструментария инженерной педагогики. Развернувшаяся в мире очередная промышленная революция, в ходе которой удельный вес физического

труда в промышленном производстве и индустрии услуг резко сократился, кардинальным образом меняет и инженерную деятельность в целом как многосложную систему разделения труда. Технологизация всех видов человеческой деятельности как одна из её целей наполнилась новыми смыслами и содержанием: информатизацией, включая глобальные сетевые коммуникации, цифровизацией и интеллектуализацией, включая роботизацию. Во многом обусловленное этими процессами снижение себестоимости штучного производства вызвало к жизни Интернет вещей (Internet of Things – IoT), то есть связанность всевозможных объектов реального и виртуального мира, способных обмениваться данными. А отсюда началось интенсивное развитие кастомизированного производства и сервиса. Всё это требует переосмысления роли и места инженера в современной инженерной деятельности и, соответственно, задач, стоящих перед инженерной педагогией [26].

Целеполагание, программирование и концептуальное проектирование – вот те стадии жизненного цикла инженерных проектов, куда смещается востребованность интеллекта инженера. А эти виды деятельности меж- и мультидисциплинарны в принципе. Используемые сегодня педагогические

системы, сориентированные на подготовку инженерных кадров по отдельным или по группе смежных инженерных специальностей и направлений, для продуктивного участия выпускников вузов в подобных видах деятельности не годятся.

Пришло понимание, что предметом инженерного проектирования всегда является деятельность, предметом конструирования – средства деятельности: инструменты, механизмы, машины, сооружения, конструкции, стандарты, регламенты и т.п.

На уже упомянутой нами конференции «Современная подготовка инженеров» П.Г. Щедровицкий обозначил в тезисной форме важнейшие, с его точки зрения, направления развития инженерного образования. Не будем здесь цитировать их все. Приведём под соответствующими номерами те, которые отражены в настоящей статье и активно реализуются в Губкинском университете более 15 лет, с того времени, когда университет стал одним из победителей общероссийского конкурса инновационных образовательных программ, проведённого Минобрнауки Российской Федерации [27].

1. Подготовка и образование современного инженера должны учитывать контекст новой промышленной революции и *форвардные практические задачи*, которые стоят в различных областях.

2. Подготовка и образование современного инженера должны в ходе учебного процесса обеспечить *имитацию расширенной системы разделения труда* (подготовка инженерных команд).

3. Содержанием подготовки современного инженера должно стать освоение основных технологий инженерного мышления: *конструирования, проектирования, исследования и «программирования» (деятельности)*, причём каждая следующая ступень должна включать в себя элементы технологий предшествующих промышленных революций.

4. Содержанием образования современного инженера должно стать освоение не

только традиционной картины мира, но более широкой *деятельностно-природной онтологии* (слабая версия этого сдвига – рост «гуманитарной» составляющей в программах образования инженеров).

5. Необходимы *новые формы организации учебного процесса*: проектные методы обучения, тренажёры, игровые формы организации и проч.

Для того чтобы масштабировать успешный педагогический опыт университетов страны в данных направлениях инженерного образования, академическому сообществу мало осознать, что непрерывное профессиональное образование, которое на институциональном уровне обеспечено и реализуется у нас преимущественно крупными корпорациями и компаниями («Росатом», «Сбер», «Газпром», «Роснефть»), должно стать таковым и в высшей школе. «В полный рост» встала задача массовой целевой профессиональной переподготовки профессорско-преподавательского состава инженерных вузов. В качестве первого шага следовало бы, на наш взгляд, срочно разработать под эгидой Минобрнауки Российской Федерации и предложить этим вузам примерную модульную программу профессиональной переподготовки ППС (включая аспирантов) по направлению «Передовая педагогическая практика преподавания современной методологии инженерной деятельности». Недостаточное количество профессоров и преподавателей в вузах России, обладающих необходимыми компетенциями в этой области, – главный фактор, сдерживающий обеспечение отечественной промышленности конкурентоспособными инженерными кадрами нового поколения.

Литература

1. Колин К.К. Опережающее образование и проблемы информатики // Международное сотрудничество. 1996. № 2. С. 20–21. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26056429> (дата обращения: 26.05.2022).
2. Будзинская О.В. Ориентируют ли профессиональные стандарты ТЭК на цифровизацию? // Труд и социальные отношения. 2021. Т. 32.

- № 2. С. 21–30. DOI: 10.20410/2073-7815-2021-32-2- 21-30
3. *Вербицкий А.А.* Компетентностный подход и теория контекстного обучения. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. 84 с.
 4. *Андрюшкевич О.А., Денисова И.М.* Формирование предпринимательских университетов в инновационной экономике // Экономическая наука современной России. 2014. № 3. С. 87–104. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22156318> (дата обращения: 26.05.2022).
 5. *Рудской А.И., Боровков А.И., Романов П.И., Колосова О.В.* Общепрофессиональные компетенции современного российского инженера // Высшее образование в России 2018. № 2. С. 5–18. URL: <https://vovr.elpub.ru/jour/article/view/1267> (дата обращения: 26.05.2022).
 6. *Новиков А.М.* Методология образования. М.: Эгвест, 2002. 320 с. ISBN: 5-85449-127-6
 7. *Владимиров А.И.* Подготовка специалистов нефтегазового профиля в вузах РФ и за рубежом // Высшее нефтегазовое образование. Проблемы, перспективы: Сб. статей. М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 1999. 496 с. ISBN: 5-7246-0098-6
 8. Атлас новых профессий 3.0. / Под ред. Д. Варламовой, Д. Судакова. М.: Альпина ПРО, 2021. 472 с. ISBN: 978-5-907470-99-6
 9. *Тестов В.А.* Качество и фундаментальность образования // Высшее образование в России. 2008. № 10. С. 89–92. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11611484> (дата обращения: 26.05.2022).
 10. *Казанский Ю.А.* Вместо предисловия // Проблемы организации и развития инженерной деятельности: Материалы Всесоюзной науч.-практ. конф. «Методология инженерной деятельности». Вып. 1 / Под ред. К.В. Малиновского и Г.П. Щедровицкого. Обнинск: ИАЭ, 1990.
 11. *Литвинов Б.В.* Основы инженерной деятельности. Курс лекций. М.: Машиностроение, 2005. 282 с. ISBN: 978-5-902278-70-2
 12. *Губанова А.А., Иванов С.В., Полях Т.С.* Введение в инженерную деятельность: Учеб. пособие. Ростов н/Д. Изд-во ДГТУ, 2013. 72 с. ISBN: 978-5-7890-0766-2
 13. *Рейзлин В.И.* Введение в инженерную деятельность: Учеб. пособие. Томск: НИУ ТПУ 2013. 159 с. URL: https://portal.tpu.ru/files/departments/publish/IK_Reizlin.pdf (дата обращения: 26.05.2022).
 14. *Корнилов И.К.* Основы инженерного искусства. М.: МГУП им. Ивана Федорова, 2014. 372 с. ISBN: 978-5-8122-1274-2
 15. *Половинкин А.И.* Основы инженерного творчества: Учеб. пособие. СПб.: Лань, 2007. 368 с. ISBN: 978-5-8114-0742-2
 16. *Похолков Ю.П.* Инженерная мысль в России – полёт прерван? // Аккредитация в образовании. 2010. № 40. С. 27–29. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21196738> (дата обращения: 26.05.2022).
 17. *Щедровицкий Г.П.* Исходные представления и категориальные средства теории деятельности // Г.П. Щедровицкий. Избранные труды. М.: Школа культурной политики, 1995. 800 с. ISBN: 5-88969-001-9
 18. *Подлесный С.В., Ерфорт Ю.А., Искрицкий В.М., Сущенко Д.Г., Стадник А.Н.* История инженерной деятельности: Учеб. пособие. Краматорск: ДГМА, 2010 г. 188 с. ISBN: 978-966-379-442-6
 19. *Альтшуллер Г.С.* Найти идею. Введение в ТРИЗ – теорию решения изобретательских задач. М.: Альпина Паблишер., 2019. 404 с. ISBN: 978-5-9614-6874-8
 20. *Корнилов И.К.* Методологические основы инженерной деятельности. М.: МГУП, 1999. 134 с.
 21. *Глазычев В.Л.* Методология проектирования. Лекция на семинаре «Введение в общую прикладную методологию» / Институт культурной политики. Школа культурной политики. Киев, 25.04.2002. URL: <http://www.shkp.ru/lib/archive/materials/kyiv2002/1> (дата обращения: 26.05.2022).
 22. *Гаспарский В.* Системная методология. Некоторые замечания о её природе, структуре и применении // Сб. Системные исследования. Ежегодник. М.: Наука, 1977. 262 с. URL: <http://www.sci.aha.ru/ots/doc/sys1977.pdf> (дата обращения: 26.05.2022).
 23. *Щедровицкий П.Г.* Вызовы III промышленной революции инженерному вузу. Лекция в РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина 25.05.2016. URL: <https://gubkin.ru/general/structure/cic/orp/Shablon/Shchedrovitsky%20P.%20G.%20Lecture%2030.05.2016.pdf> (дата обращения: 26.05.2022).
 24. *Шейнбаум В.С.* Инженерная деятельность как объект проектирования // Казанский педагогический журнал. 2020. № 6. С. 18–28. DOI: 10.51379/KPJ.2020.22.64.002

25. Кондратьев В.В. Инженерная педагогика как основа подготовки преподавателей технических вузов // Высшее образование в России. 2018. № 2. С. 29–38. URL: <https://vovr.elpub.ru/jour/article/view/1270/1074> (дата обращения: 26.05.2022).
26. Мартынов В.Г., Пятибратов П.В., Шейнбаум В.С. Развитие инновационной образовательной технологии обучения студентов в виртуальной среде профессиональной деятельности // Высшее образование сегодня. 2012. № 5. С. 4–8. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17931381> (дата обращения: 26.05.2022).
- Статья поступила в редакцию 18.04.22
После доработки 18.05.22
Принята к публикации 26.05.22

References

- Kolin, K.K. (1996). Advanced Education and Problems of Informatics. *Mezhdunarodnoe sotrudnichestvo* [International Cooperation]. No. 2, pp. 20-21. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26056429> (accessed 26.05.2022). (In Russ., abstract in Eng.).
- Budzinskaya, O.V. (2021). Do the Professional Standards of the Fuel and Energy Complex Focus on Digitalization? *Trud i sotsial'nye otnosheniya = Labor and Social Relations Journal*. Vol. 32, no. 2, pp. 21-30, doi: 10.20410/2073-7815-2021-32-2- 21-30 (In Russ., abstract in Eng.).
- Verbitsky, A.A. (2004). *Kompetentnostnyi podkhod i teoriya kontekstnogo obucheniya* [Competence-Based Approach and the Theory of Contextual Learning]. Moscow : Research Center for Quality Problems in Training Specialists, 84 p. (In Russ.).
- Andryushkevich, O.A., Denisova, I.M. (2014). Formation of Entrepreneurial Universities in the Innovation Economy. *Ekonomicheskaya nauka sovremennoi Rossii = Economics of Contemporary Russia*. No. 3 (66), pp. 87-104. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22156318> (accessed 26.05.2022). (In Russ., abstract in Eng.).
- Rudskoy, A.I., Borovkov, A.I., Romanov, P.I., Kolosova, O.V. (2018). General Professional Competencies of a Modern Russian Engineer. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. No. 2, pp. 5-18. Available at: <https://vovr.elpub.ru/jour/article/view/1267> (дата обращения: 26.05.2022). (In Russ., abstract in Eng.).
- Novikov, A.M. (2002). *Methodology of Education*. Moscow : Egvest, 320 p. ISBN: 5-85449-127-6 (In Russ.).
- Vladimirov, A.I. (1999). [Training of Oil and Gas Specialists in Universities of the Russian Federation and Abroad]. In: Vladimirov, A.I. (Ed). *Vysshee neftegazovoe obrazovanie. Problemy, perspektivy: sb. statei* [Higher Oil and Gas Education. Problems, Prospects: Collection of papers]. Moscow : Russian State University of Oil and Gas, 496 p. ISBN: 5-7246-0098-6 (In Russ.).
- Varlamova, D., Sudakov, D. (Eds). (2021). *Atlas novykh professiy 3.0* [Atlas of New Professions 3.0]. Moscow : Alpina PRO, 472 p. ISBN: 978-5-907470-99-6 (In Russ.).
- Testov, V.A. (2008). Quality and Fundamental Nature of Education. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. No. 10, pp. 89-92. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11611484> (accessed 26.05.2022). (In Russ.).
- Kazansky, Yu.A. (1990). Instead of a Preface. In: Malinovsky, K.V., Shchedrovitsky, G.P. (Eds). *Problemy organizatsii i razvitiya inzhenernoi deyatel'nosti: Sb. statei* [Problems of Organization and Development of Engineering Activities]. Obninsk : IAE Publ. (In Russ.).
- Litvinov, B.V. (2005). *Osnovy inzhenernoi deyatel'nosti. Kurs lektsii* [Fundamentals of Engineering Activity: Course of Lectures]. Moscow : Mashinostroenie Publ., 282 p. ISBN: 978-5-902278-70-2 (In Russ.).
- Gubanova, A.A., Ivanov, S.V., Polyakh, T.S. (2013). *Vvedenie v inzhenernyuyu deyatel'nost': ucheb. posobie* [Introduction to Engineering Activity: Training Manual]. Rostov-on-Don : DSTU Publ., 72 p. ISBN: 978-5-7890-0766-2 (In Russ.).

13. Reizlin, V.I. (2013). *Vvedenie v inzhenernyuyu deyatel'nost': ucheb. posobie* [Introduction to Engineering Activities: Training Manual]. Tomsk : NRU TPU Publ., 159 p. Available at: https://portal.tpu.ru/files/departments/publish/IK_Reizlin.pdf (accessed 26.05.2022). (In Russ.).
14. Kornilov, I.K. (2014). *Osnovy inzhenernogo iskusstva* [Fundamentals of Engineering]. Moscow : MGUP Publ., 372 p. ISBN: 978-5-8122-1274-2 (In Russ.).
15. Polovinkin, A.I. (2007). *Osnovy inzhenernogo tvorchestva: ucheb. posobie* [Fundamentals of Engineering Creativity: Textbook]. St. Petersburg : Lan Publ., 368 p. ISBN: 978-5-8114-0742-2 (In Russ.).
16. Pokholkov, Yu.P. (2010). Engineering Thought in Russia – Is a Flight Terminated? *Akkreditatsiya v obrazovanii* [Accreditation in Education]. No. 40, pp. 27-29. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21196738> (accessed 26.05.2022). (In Russ.).
17. Shchedrovitsky, G.P. (1995). [Initial Representations and Categorical Means of the Theory of Activity]. In: Shchedrovitsky, G.P. *Izbrannye trudy* [Selected Works]. Moscow : School of Cultural Policy, 800 p. ISBN: 5-88969-001-9 (In Russ.).
18. Podlesny, S.V., Erfort, Yu.A., Iskriksy, V.M., Sushchenko, D.G., Stadnik, A.N. (2010). *Istoriya inzhenernoi deyatel'nosti: Ucheb. posobie* [History of Engineering Activities: Textbook]. Kramatorsk : DSMA, 188 p. ISBN: 978-966-379-442-6 (In Russ.).
19. Altshuller, G.S. (2019). *Naiti ideyu. Vvedenie v TRIZ – teoriyu resheniya izobretatel' skikh zadach* [To Find an Idea. Introduction to the Theory of Inventive Problem Solving]. Moscow : Alpina Publisher, 404 p. ISBN: 978-5-9614-6874-8 (In Russ.).
20. Kornilov, I.K. (1999). *Metodologicheskie osnovy inzhenernoi deyatel'nosti* [Methodological Bases of Engineering Activity]. Moscow : MGUP Publ., 134 p. (In Russ.).
21. Glazychev, V.L. (2002). *Metodologiya proektirovaniya. Lektsiya na seminare «Vvedenie v obshchuyu prikladnyuyu metodologiyu»* [Designing Methodology. Lecture at the Seminar “Introduction to General Applied Methodology”]. Kyiv : Institute of Cultural Policy. School of Cultural Policy. URL: <http://www.shkp.ru/lib/archive/materials/kyiv2002/1> (accessed 26.05.2022). (In Russ.).
22. Gasparsky, V. (1977). [System Methodology. Some Remarks on Its Nature, Structure and Application]. In: Blauberg, I.V., Zinchenko, V.P. et al. (Eds). *Sistemnye issledovaniya. Ezhegodnik = Systems Research. Yearbook*. Moscow : Nauka, 262 p. Available at: http://www.sci.aha.ru/ots/doc/index_sys.htm (accessed 26.05.2022). (In Russ.).
23. Shchedrovitsky, P.G. (2016). Challenges of the III Industrial Revolution to an Engineering University. Lecture at the Russian State University of Oil and Gas (NRU) named after I.M. Gubkin 25.05.2016. Available at: <https://gubkin.ru/general/structure/cic/orp/Shablon/Shchedrovitsky%20P.%20G.%20Lecture%2030.05.2016.pdf> (accessed 26.05.2022). (In Russ.).
24. Sheinbaum, V.S. (2020). Engineering Activity as a Design Object. *Kazanskii pedagogicheskii zhurnal* [Kazan Pedagogical Journal]. No. 6, pp.18-28, doi: 10.51379/KPJ.2020.22.64.002 (In Russ., abstract in Eng.).
25. Kondratyev, V.V. (2018). Engineering Pedagogy as a Base for Technical Teacher Training System. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. No. 2. pp. 29-38. Available at: <https://vovr.elpub.ru/jour/article/view/1270/1074> (accessed 26.05.2022). (In Russ., abstract in Eng.).
26. Martynov, V.G., Pyatibratov, P.V., Sheinbaum, V.S. (2012). Development of Innovative Educational Technology for Teaching Students in a Virtual Environment of Professional Activity. *Vysshee obrazovanie segodnya = Higher Education Today*. No. 5, pp. 4-8 Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17931381> (accessed 26.05.2022). (In Russ.).

*The paper was submitted 18.04.22
Received after reworking 18.05.22
Accepted for publication 26.05.22*