

УДК 378.14

DOI: 10.34670/AR.2021.82.75.026

## Развитие инженерного мышления средствами научно-исследовательской деятельности студентов

**Казарбин Алексей Владимирович**

Кандидат физико-математических наук,  
доцент кафедры «Физика»,  
Тихоокеанский государственный университет,  
680035, Российская Федерация, Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136;  
e-mail: 000283@pnu.edu.ru

**Драчев Кирилл Александрович**

Кандидат технических наук,  
доцент кафедры «Физика»,  
Тихоокеанский государственный университет,  
680035, Российская Федерация, Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136;  
e-mail: 007504@pnu.edu.ru

**Лунина Юлия Владимировна**

Магистр,  
заведующая научно-методического отдела,  
Хабаровский государственный медицинский колледж,  
680000, Российская Федерация, Хабаровск, ул. Фрунзе, 135;  
e-mail lunina2110@mail.ru

### Аннотация

В статье авторы рассматривают научно-исследовательскую работу студентов как инструмент формирования инженерного мышления и высоких личностных качеств профессионала, как неотъемлемую часть подготовки профессиональной компетентности инженера. Авторы считают, что потребность в элитных инженерных кадрах в ближайшей перспективе будет возрастать, что связано с реализацией инновационных стратегий развития страны и Дальневосточного региона, отсюда следует необходимость формирования и реализации в регионе эффективных механизмов профессиональной подготовки и переподготовки по специальностям, соответствующим потребностям работодателей и инвесторов, т.к. наличие высокопрофессиональных трудовых кадров является фактором, обеспечивающим инвестиционную привлекательность региона. Научно-практическая направленность обучения студентов, а также решение научно-исследовательских задач является залогом успеха развития инженерного мышления и универсальных знаний, что будет способствовать становлению современного, востребованного специалиста на рынке труда. Вузы смогут обеспечить подготовку инженерных кадров, обладающих знаниями, навыками, личностными качествами и компетенциями, отвечающими требованиям экономики XXI века, целям и задачам

социально-экономического развития и структуры рынка труда страны. Главное в результате развития инженерного мышления – научить учащихся решать конкретные задачи наиболее эффективным способом в конкретной ситуации, отличаться оригинальностью и уникальностью.

#### **Для цитирования в научных исследованиях**

Казарбин А.В., Драчев К.А., Лунина Ю.В. Развитие инженерного мышления средствами научно-исследовательской деятельности студентов // Педагогический журнал. 2021. Т. 11. № 3А. С. 213-221. DOI: 10.34670/AR.2021.82.75.026

#### **Ключевые слова**

Инженерное мышление, инструмент формирования инженерного мышления, научно-исследовательская работа студентов, COVID-19, педагогика.

### **Введение**

В связи с трансформацией экономики и социума меняются социальные требования общества к знаниям, навыкам, личностным качествам и компетенциям, которыми должны овладеть выпускники, как общеобразовательных школ, так и профессиональных образовательных организаций [Инновационная образовательная программа..., www].

В стране формируется национальная система инновационной экономики, которой нужен приток компетентных конкурентоспособных специалистов инженерно-технического профиля, готовых к творческой и инициативной деятельности в рамках выполнения национальных и интернациональных социально-инженерных проектов.

В настоящее время одним из ключевых факторов конкурентоспособности государства становится качество инженерных кадров, уже сегодня требуются специалисты, обладающие знаниями, навыками, личностными качествами и компетенциями, отвечающими требованиям экономики XXI века, целям и задачам социально-экономического развития и структуре рынка труда РФ.

Вместе с тем эксперты и работодатели отмечают несоответствие содержания образовательных программ современным требованиям промышленности, недостаточную результативность методов обучения с точки зрения качества подготовки выпускников инженерных специальностей. Эта ситуация во многом связана с качеством подготовки педагогического состава в общеобразовательной школе. Сегодня среднестатистический российский учитель – это женщина возраста 51 год, которая имеет общий стаж работы – 21 год, при этом 15 лет проработала в одной школе [Банникова, 2013]. За такой длительный срок без ротации человек не только не получает новые навыки, но и теряет изначальную квалификацию, а также восприимчивость к любым изменениям. В результате, согласно данным исследования TEDS-M51, средний балл российского работающего учителя математики – 340–380 из 1000, а 10% школьных учителей испытывают дефицит знаний русского языка и грамматики [Tallis, ВШЭ, www].

Проблемы квалификации и мотивации педагогов находят отражение в оценках родителей. 32% российских родителей не удовлетворены состоянием государственных школ, 46% полагают, что качество образовательных услуг продолжает падать. В сложившейся ситуации родители ищут альтернативные способы развития своих детей: переводят их на домашнее обучение (рост числа детей на домашнем обучении с 2008 по 2017 год почти в 10 раз – с 11 до

100 тыс.), нанимают репетиторов (объем рынка репетиторских услуг в России, по оценкам Института образования ВШЭ, достигает почти 30 млрд руб.). Развивается и сегмент частных школ. Сегодня в России около 820 частных школ. Это не много, всего 1,9% от общего числа школ в стране, однако, несмотря на зарегулированность общего образования, число таких школ растет. Потенциальный спрос на них как на альтернативу государственному образованию велик: 13% респондентов исследования ФОМ «О школьном образовании» предпочли бы отдать своего ребенка в частную школу, 21% считает, что в частных школах условия и образование лучше, чем в государственных [10% учителей..., www].

На фоне снижения доверия и удовлетворенности системой формального образования набирают популярность программы альтернативного обучения. Настоящий расцвет получил сегмент дополнительного школьного образования, ежегодно количество организаций, оказывающих такие услуги, увеличивается в 3,5 раза.

### Основная часть

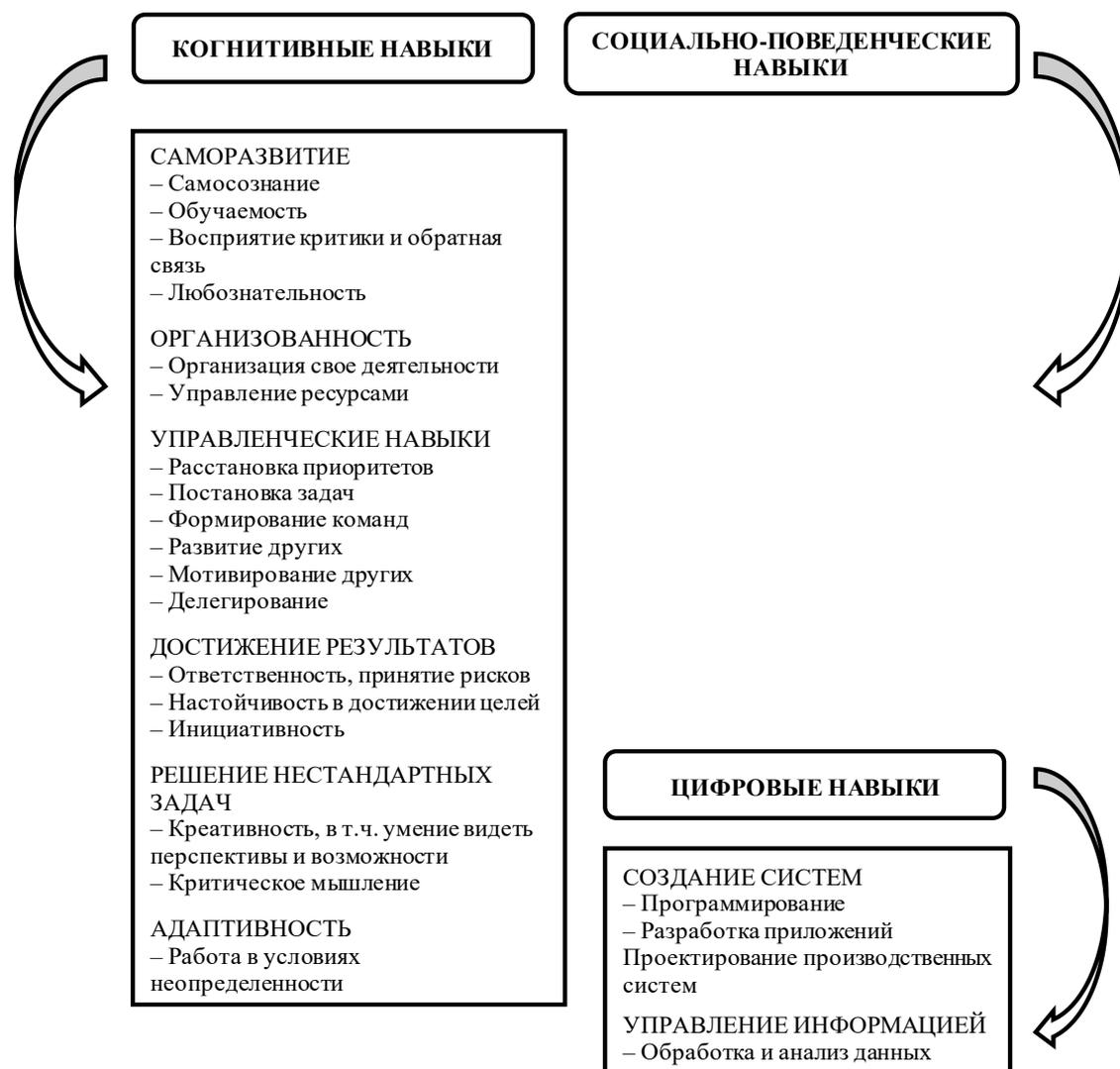
В настоящее время, чтобы соответствовать стремительным темпам развития экономики знаний и оставаться востребованным на рынке труда, человеку необходимо учиться на протяжении всей жизни и адаптироваться к непрерывным, быстрым и неожиданным изменениям.

Работодатели ждут от выпускников школ и вузов подготовленности к жизни, работе и самореализации в новых условиях. Поэтому на повестке в последние годы стоит вопрос о новом содержании образования со смещением акцентов от получения предметных знаний к развитию универсальных «навыков XXI века» (рис.).

Возможность достижения необходимого уровня образования должна поддерживаться индивидуализацией обучения, использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Возможность достижения высокого уровня подготовки должна быть обеспечена развитием системы специализированных классов, системы внеурочной работы и дополнительного образования детей/студентов в области математики и смежных дисциплин, системы соревнований (олимпиад и др.).

В своей статье «Естественнонаучные дисциплины как основа развития инженерного мышления» авторы обсуждали причины несформированного инженерного мышления у молодого поколения, а также значимость предмета физика для развития конструкторских и изобретательских способностей школьников и студентов. В данной статье авторы обсуждают важность научно-исследовательской работы в формировании инженерного мышления [Казарбин, Лунина, 2019].

Мы разделяем мнение, что инженерное мышление не сводится к какому-то одному уровню системы деловых качеств специалиста. Это вид познавательной деятельности, направленный на изучение и освоение закономерностей техники и технологии. Главное в инженерном мышлении – решение конкретных производственных задач, дающих наиболее экономичный, эффективный и качественный результат. Сущность его заключена в идеальном преобразовании мира техники, т.е. создании новых технических решений (в основе слова «инженер» лежит латинское «ingenium» – ум, способность, одаренность, проницательность). Основными этапами инженерного мышления являются: постижение социальных потребностей в новых технических средствах и технологиях; освоение культурных ценностей, инженерного опыта, естественнонаучных и технических знаний; формирование инженерной задачи и ее решение; проектирование и обеспечение функционирования технических средств [Усольцев, Шамало, 2015].



**Рисунок 1. Универсальные навыки XXI века**

Для развития инженерного мышления специалисту необходим определенный запас знаний и опыта, позволяющий ему видеть проблемы более широко и нестандартно. Организующей и направляющей силой, нацеленной на формирование инженерного мышления, является мировоззренческая культура специалиста, интегрально формирующаяся за счет всестороннего совокупного математического, естественнонаучного, технического и гуманитарного образования, осознания исторического опыта, в том числе в области науки, техники и инженерной деятельности, осмысленного в широком контексте развития человеческой цивилизации [Малых, Осипов, 2008].

Авторы считают, что научно-исследовательская работа (НИР) в вузе, с широким привлечением студентов НИРС, является важным инструментом формирования инженерного мышления и высоких личностных качеств как неотъемлемой части профессиональной компетентности инженера.

Исследовательская работа является незаменимым инструментом формирования критического и независимого мышления молодого специалиста, развития его интеллекта, высоких личностных и морально-этических качеств. Систематически участвуя в реальной

научной работе в команде, возглавляемой опытным педагогом-исследователем, студент получает собственный уникальный опыт участия в научно-исследовательской работе, возможность формирования профессиональных компетенций и пополнения портфолио. Сказанное в полной мере справедливо в отношении подготовки инженеров, востребованных высокотехнологичным обществом будущего.

Ряд документов, определяющих современную парадигму российского образования на федеральном и региональном уровне, обуславливают формирование и развитие научно-исследовательских компетенций студентов. Важным элементом основной образовательной программы подготовки инженера является научно-исследовательская практика, целью которой является проработка теоретических вопросов, участие в научных исследованиях, школах, семинарах и конференциях и т.д.

В настоящей статье авторы описывают опыт привлечения студентов к НИРС как части учебного процесса. Обучение проводится в рамках спецкурсов, поскольку речь идет о массовом обучении студентов элементам НИРС. Подход кафедр к привлечению студентов к НИРС является технологичным, т.е. совместной педагогической деятельностью по проектированию, организации и проведению учебного процесса с безусловным обеспечением комфортных условий для студентов и педагогов. Выбор темы НИРС происходит из предлагаемого кафедрами, конкретного направления исследований и руководителя этого направления. Помочь студенту в выборе направления НИРС могут представленные на сайте вуза (факультета) информационные материалы, такие как списки публикаций преподавателей кафедр, описание направлений исследований, свидетельства успешности и др.

Деятельность в рамках спецкурсов дает свои результаты, так, например, в 2019 году к научным исследованиям, проводимым на кафедрах и в лабораториях Тихоокеанского государственного университета, было привлечено 2506 студентов, или 37% от контингента студентов (2018 г. – 2333, 2017 г. – 2093). Количество научных студенческих публикаций – 1318 (в 2018 г. – 1279, в 2017 г. – 1134) из них без соавторов – работников вуза 258 (в 2018 г. – 284, в 2017 г. – 251); докладов, сделанных студентами на научных (научно-технических) конференциях, семинарах и т.п. всех уровней (в том числе студенческих) – 1867 (в 2018 г. – 1127, в 2017 г. – 932); медалей, дипломов, грамот, премий и т.п., полученных студентами – 1232 (в 2018 г. – 1121, в 2017 г. – 1091).

В 2020 году произошло снижение активности и эффективности научно-исследовательской деятельности студентов университета. Данная ситуация связана с распространением COVID-19 [Аржанова, Барышникова, 2020]. ТОГУ, как и все другие образовательные организации, при организации научно-исследовательской работы в онлайн режиме столкнулись с такими проблемами как:

- период пандемии показал недостаточные компетенции существенной доли преподавателей для работы в цифровой среде, как с точки зрения качества НИР, так и в организации коммуникации со студентами и коллегами;
- студенты испытывают стресс, в связи с тем, что отсутствует возможность личного общения с преподавателями, принципиальным изменением, как в процессе обучения, так и процессе НИР. Отмечается возрастание психологической нагрузки на студентов и преподавателей в связи с «переводом» многих учебных и административных реалий в онлайн режим;
- вуз сосредоточен на наиболее эффективном использовании финансовых средств для поддержания своей стабильной работы, понимая, что в ближайшее время уменьшится

количество студентов, уменьшится финансирование со стороны государства, станет невозможным получение доходов от другой деятельности: в связи с этим сократил расходы на научно-исследовательскую деятельность (как финансирование проектов, так и мотивационные выплаты студентам и преподавателям);

- инфраструктура университета на текущий момент не обладает достаточной мощностью для организации научно-исследовательской работы в онлайн режиме, а также наличие отдельной группы научных исследований, требующих аппаратных и лабораторных исследований и производственных испытаний / апробаций, которые невозможно реализовать в формате онлайн.

Авторы считают, что систематические занятия НИРС постепенно и уверенно формируют высокие профессиональные и личностные качества студентов, эффективно развивают их интеллектуальные и когнитивные способности, формируют прочные навыки в поиске, анализе и переработке информации, развивают языковые и коммуникативные навыки. Конкретным оцениваемым продуктом, свидетельствующим о результативности и эффективности участия студента в НИРС, являются участие студентов в научно-практических (исследовательских) конференциях и публикации статей с результатами исследований.

Нельзя не отметить наблюдаемые авторами проблемы и трудности, связанные с практической реализацией технологического подхода к формированию и развитию исследовательских компетенций учащихся:

- 1) Мотивационная составляющая. Авторы отмечают, что низкая мотивация студентов, инфантильность и безынициативность сказывается неблагоприятно на активности студентов в научно-исследовательской работе. Для повышения интереса и мотивации студентов необходимы наглядные демонстрации современных, работающих научных лабораторий и установок. Здесь необходимо учитывать возрастные и интеллектуальные особенности учащихся. Так же, следует делать акцент на современные разработки и их значимость на мировом уровне.
- 2) Знаниевая составляющая. Нами ранее отмечался низкий уровень общей начальной (школьной) математической и естественнонаучной подготовленности учащихся, который остается недостаточным и в период обучения в вузе. Низкий уровень межпредметных знаний учащихся нередко становится практически непреодолимым барьером на пути реализации подхода.
- 3) Когнитивная составляющая. Отсутствие интереса у учащихся к деятельному освоению новых смежных знаниевых областей.
- 4) ИКТ составляющая. Совершенно недостаточна информационная и ИКТ подготовленность учащихся. Студенты испытывают затруднения в поиске в Интернет первоисточников по четко определенной тематике, плохо владеют офисными пакетами (MS Word: набор и редактирование сложного текста с таблицами, формулами, необходимостью правильного оформления списка литературы и т.п.; MS Excel: работа с массивами данных, построение и редактирование диаграмм, работа с формулами и встроенными процедурами пакета и т.п.).
- 5) Языковая составляющая. Низкий уровень языковой подготовки учащихся (прежде всего, слабый уровень владения английским языком), не позволяет знакомиться с результатами исследований зарубежных коллег, не способствует развитию международных коммуникаций и расширению географии общения.
- 6) Метапредметная составляющая. Недостаточный уровень развития мышления в целом:

даже найдя необходимый первоисточник данных, учащиеся испытывают затруднения в правильной интерпретации данных, в их категоризации, в их преобразовании к требуемому формату и т.п.

### Заключение

Авторы считают, что научно-практическая направленность обучения студентов, а также решение научно-исследовательских задач является залогом успеха развития инженерного мышления и универсальных знаний, (см. рис.), что будет способствовать становлению современного, востребованного специалиста на рынке труда. Используя НИР в образовательном процессе, вузы смогут обеспечить подготовку инженерных кадров, обладающих знаниями, навыками, личностными качествами и компетенциями, отвечающими требованиям экономики XXI века, целям и задачам социально-экономического развития и структуры рынка труда страны.

Главное в результате развития инженерного мышления – научить учащихся решать конкретные задачи наиболее эффективным способом в конкретной ситуации, отличаться оригинальностью и уникальностью.

### Библиография

1. Аржанова И.В., Барышникова М.Ю. Влияние пандемии COVID-19 на сектор высшего образования и магистратуру. М., 2020. 23 с.
2. Банникова Л.Н. (ред.) Проектирование образовательной среды формирования современного инженера. Екатеринбург, 2013. 220 с.
3. Инновационная образовательная программа проектирования пространственно-предметной среды «Инженерная Мета Лаборатория». URL: [http://419.spb.ru/1061445/d/innovatsionnaya\\_obrazovatel'naya\\_programm.pdf](http://419.spb.ru/1061445/d/innovatsionnaya_obrazovatel'naya_programm.pdf)
4. Казарбин А.В., Лунина Ю.В. Естественнонаучные дисциплины как основа развития инженерного мышления // Физика: фундаментальные и прикладные исследования, образование. Благовещенск, 2019. 258 с.
5. Концепция развития математического образования в Российской Федерации Распоряжение Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2013 г. №2506-р.
6. Малых Г.И., Осипов В.Е. История и философия науки и техники: методические указания. Иркутск, 2008. 91 с.
7. Распоряжение правительства Амурской области от 17 апреля 2019 №70-р «Об утверждении концепции развития инженерного образования на территории Амурской области.
8. Усольцев А.П., Шамало Т.Н. О понятии «инженерное мышление» // Формирование инженерного мышления в процессе обучения. Екатеринбург, 2015. 284 с.
9. 10% учителей обнаруживают дефицит знаний русского языка и грамматики. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3351262>
10. TALIS: как оценивают себя российские учителя? URL: <https://ioe.hse.ru/news/160628242.html>

### Development of engineering thinking by means of research activities of students

**Aleksei V. Kazarbin**

PhD in Physics and Mathematics,  
Associate Professor of the Department of Physics,  
Pacific State University,  
680000, 68, Karla Marksa str., Khabarovsk, Russian Federation;  
e-mail: 000283@pnu.edu.ru

**Kirill A. Drachev**

PhD in Technical Science, Associate Professor of the Department of Physics,  
Pacific State University,  
680000, 68, Karla Marksa str., Khabarovsk, Russian Federation;  
e-mail: 007504@pnu.edu.ru

**Yuliya V. Lunina**

Master's Degree,  
Head of Scientific and Methodological Department,  
Khabarovsk State Medical College,  
680000, 135, Frunze str., Khabarovsk, Russian Federation;  
e-mail lunina2110@mail.ru

**Abstract**

In the article, the authors consider the research work of students as a tool for the formation of engineering thinking and high personal qualities of a professional, as an integral part of training the professional competence of an engineer. The authors believe that the need for elite engineering personnel in the near future will increase, which is associated with the implementation of innovative strategies for the development of the country and the Far East region, hence the need to form and implement effective mechanisms for vocational training and retraining in the region in specialties that meet the needs of employers and investors, since the presence of highly professional workforce is a factor that ensures the investment attractiveness of the region. The scientific and practical orientation of teaching students, as well as the solution of research problems is the key to the success of the development of engineering thinking and universal knowledge, which will contribute to the formation of a modern, in-demand specialist in the labor market. Universities will be able to provide training for engineering personnel with knowledge, skills, personal qualities and competencies that meet the requirements of the economy of the 21st century, the goals and objectives of socio-economic development and the structure of the country's labor market. The main thing as a result of the development of engineering thinking is to teach students to solve specific problems in the most effective way in a specific situation, to be distinguished by originality and uniqueness.

**For citation**

Kazarbin A.V., Drachev K.A., Lunina Yu.V. (2021) Razvitie inzhenernogo myshleniya sredstvami nauchno-issledovatel'skoi deyatel'nosti studentov [Development of engineering thinking by means of research activities of students]. *Pedagogicheskii zhurnal* [Pedagogical Journal], 11 (3A), pp. 213-221. DOI: 10.34670/AR.2021.82.75.026

**Keywords**

Engineering thinking, a tool for shaping engineering thinking, students' research work, COVID-19, pedagogy.

**References**

1. Arzhanova I.V., Baryshnikova M.Yu. (2020) *Vliyaniye pandemii COVID-19 na sektor vysshego obrazovaniya i magistraturu* [Impact of the COVID-19 pandemic on the higher education and graduate sector]. Moscow.

2. Bannikova L.N. (ed.) (2013) *Proektirovanie obrazovatel'noi sredy formirovaniya sovremennogo inzhenera* [Designing an educational environment for the formation of a modern engineer]. Ekaterinburg.
3. *Innovatsionnaya obrazovatel'naya programma proektirovaniya prostranstvenno-predmetnoi sredy «Inzhenernaya Meta Laboratoriya»* [An innovative educational program for the design of a spatial-subject environment: Engineering Meta Laboratory]. Available at: [http://419.spb.ru/1061445/d/innovatsionnaya\\_obrazovatel'naya\\_programm.pdf](http://419.spb.ru/1061445/d/innovatsionnaya_obrazovatel'naya_programm.pdf) [Accessed 05/05/2020]
4. Kazarbin A.V., Lunina Yu.V. (2019) Estestvennonauchnye distsipliny kak osnova razvitiya inzhenernogo myshleniya [Natural science disciplines as the basis for the development of engineering thinking]. In: *Fizika: fundamental'nye i prikladnye issledovaniya, obrazovanie* [Physics: fundamental and applied research, education]. Blagoveshchensk.
5. *Kontseptsiya razvitiya matematicheskogo obrazovaniya v Rossiiskoi Federatsii Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 24 dekabrya 2013 g. №2506-r* [Concept for the development of mathematical education in the Russian Federation Order of the Government of the Russian Federation dated December 24, 2013 No. 2506-r].
6. Malykh G.I., Osipov V.E. (2008) *Istoriya i filosofiya nauki i tekhniki: metodicheskie ukazaniya* [History and philosophy of science and technology: guidelines]. Irkutsk.
7. *Rasporyazhenie pravitel'stva Amurskoi oblasti ot 17 aprelya 2019 №70-r «Ob utverzhdenii kontseptsii razvitiya inzhenernogo obrazovaniya na territorii Amurskoi oblasti* [Order of the Government of the Amur Region dated April 17, 2019 No. 70-r “On approval of the concept of development of engineering education in the territory of the Amur Region”].
8. *TALIS: kak otsenivayut sebya rossiiskie uchitelya?* [TALIS: how do Russian teachers assess themselves?]. Available at: <https://ioe.hse.ru/news/160628242.html> [Accessed 05/05/2020]
9. Usol'tsev A.P., Shamalo T.N. (2015) O ponyatii «inzhenernoe myshlenie» [On the concept of engineering thinking]. In: *Formirovanie inzhenernogo myshleniya v protsesse obucheniya* [Formation of engineering thinking in the learning process]. Ekaterinburg.
10. *10% uchitelei obnaruzhivayut defitsit znaniy russkogo yazyka i grammatiki* [10% of teachers reveal a lack of knowledge of the Russian language and grammar]. Available at: <https://www.kommersant.ru/doc/3351262> [Accessed 05/05/2020]