

УДК 378.14.015.62

DOI 10.54835/18102883\_2022\_31\_8

## ИЗУЧЕНИЕ ПОДХОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СТУДЕНТОВ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Савинова Олеся Вячеславовна,**

кандидат геолого-минералогических наук, доцент, отделение геологии, Инженерная школа природных ресурсов; эксперт, отдел исследования проблем обеспечения качества инженерного образования, Учебно-научный центр «Организация и технологии высшего профессионального образования», logvinenkoov@tpu.ru

**Муравлев Игорь Олегович,**

кандидат технических наук, доцент отделения электроэнергетики и электротехники, Инженерная школа энергетики; начальник отдела исследования проблем обеспечения качества инженерного образования, Учебно-научный центр «Организация и технологии высшего профессионального образования», iom@tpu.ru

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.

В работе представлены промежуточные результаты изучения подхода с использованием количественных методов для измерения уровня подготовленности студентов к профессиональной деятельности. Полученные результаты исследования в основной массе подтверждают выдвинутые гипотезы о влиянии ключевых и дополнительных факторов на качество инженерной подготовки студентов к профессиональной деятельности. В ходе исследования определены корреляционные связи между основными показателями. Полученные результаты вносят вклад в научный задел по тематике исследования, рекомендуется продолжение работ по исследованию подхода.

**Ключевые слова:** Инженерное образование, специалитет, качество инженерного образования, качество профессиональной подготовки.

### Введение

Современные мировые социально-политические события определенным образом подталкивают руководство страны к пересмотру многих существующих в Российской Федерации систем, в частности системы высшего образования. С 2003 г. Россия входила в Болонскую систему. Это означало перестройку всей системы российского высшего образования: адаптация образовательных программ под европейские стандарты, введение единого государственного экзамена в школах, переход на двухуровневую систему – бакалавриат и магистратура, появление кредитно-модульной системы учебного процесса и так далее. Данная статья не предполагает обсуждение положительных и отрицательных эффектов этого перехода. Тем не менее теперь, спустя 19 лет, в связи с исключением России из Болонского процесса [1] актуален вопрос создания суверенной системы высшего образования, а в особенности разработка методики качествен-

ной и количественной экспертизы подготовки будущих специалистов.

В данной работе представлены предварительные результаты применения подхода с использованием количественных методов для измерения уровня подготовленности студентов специалитета к профессиональной деятельности.

### Методы исследования

Сотрудниками Учебно-научного центра «Организация и технологии высшего профессионального образования» (УНЦ ОТВПО) предложен количественный метод для измерения уровня подготовленности студентов к профессиональной деятельности. В работе показаны предварительные результаты исследования, более подробное описание методики излагается далее.

Результаты обработаны в программе Microsoft Excel с применением корреляционно-регрессионного анализа.

## Результаты и обсуждение

В работе показаны только результаты исследования, проведенного с участием студентов специалитета 1–5 курса очной формы обучения по направлению 21.05.02 «Прикладная геология». Студентам было предложено ответить на 150 вопросов в течение 150 минут. База вопросов составлена на основании предварительно выбранных 10 компетенций, которые, по мнению экспертной группы, в достаточной степени отражают набор знаний и умений выпускника, необходимый для успешной профессиональной деятельности (таблица). Также следует отметить, что предложенные компетенции не противоречат действующему Федеральному государственному образовательному стандарту (ФГОС) 3+ и 3++ по направлению подготовки [2].

На каждую из десяти компетенций было составлено по 15 вопросов, при этом в каждой блоке (компетенции) один из тестовых вопросов был открытого типа, то есть подразумевал ответ в форме краткого суждения. Остальные вопросы были с выбором ответа. Полученные суммы правильных ответов каждого тестируемого переводили в доли правильных ответов с целью стандартизации результатов.

Обязательным условием тестирования было четкое фиксирование времени, затраченное каждым участником на прохождение теста.

Расчет показателя качества обучения студентов  $Q_i$  (авторский показатель, предложенный командой данного исследования) рассчитывался по формуле:

$$Q_i = \frac{3,75 \times R_i \times \text{тобш}}{t_i},$$

где  $R_i$  – доля правильных ответов на все вопросы теста;  $\text{тобш}$  – общее время тестирования;  $t_i$  – время, затраченное студентом на тестирование.

Далее предлагается ознакомиться с некоторыми результатами исследования.

На рис. 1 представлена гистограмма, иллюстрирующая распределение значений доли правильных ответов  $R_i$  по компетенциям и по курсам. Очевидно, что значение суммы  $R_i$  должно расти от курса к курсу. В данном эксперименте эта гипотеза подтвердилась: из графиков видно, что сумма долей правильных ответов  $R_i$  увеличилась с 0,16 на первом курсе до 0,38 на пятом курсе. Однако при максимальной сумме доли правильных ответов, равной 1, значение 0,38 на пятом курсе не считается удовлетворительным показателем.

На рис. 2 приведены данные по курсам для значений баллов абитуриентов при поступлении в университет (приведены к 5 бальной шкале), средний балл за обучение на момент тестирования, сумма доли правильных ответов по компетенциям  $R_i$  и рассчитанный показатель качества обучения  $Q_i$ .

В качестве примера на рис. 3 продемонстрированы результаты анализа показателей (рис. 2) для 3 курса. С помощью корреляционно-регрессионного анализа выявлена слабая корреляционная зависимость между значимыми, по мнению авторов, факторами. Так, коэффициент корреляции между суммой до-

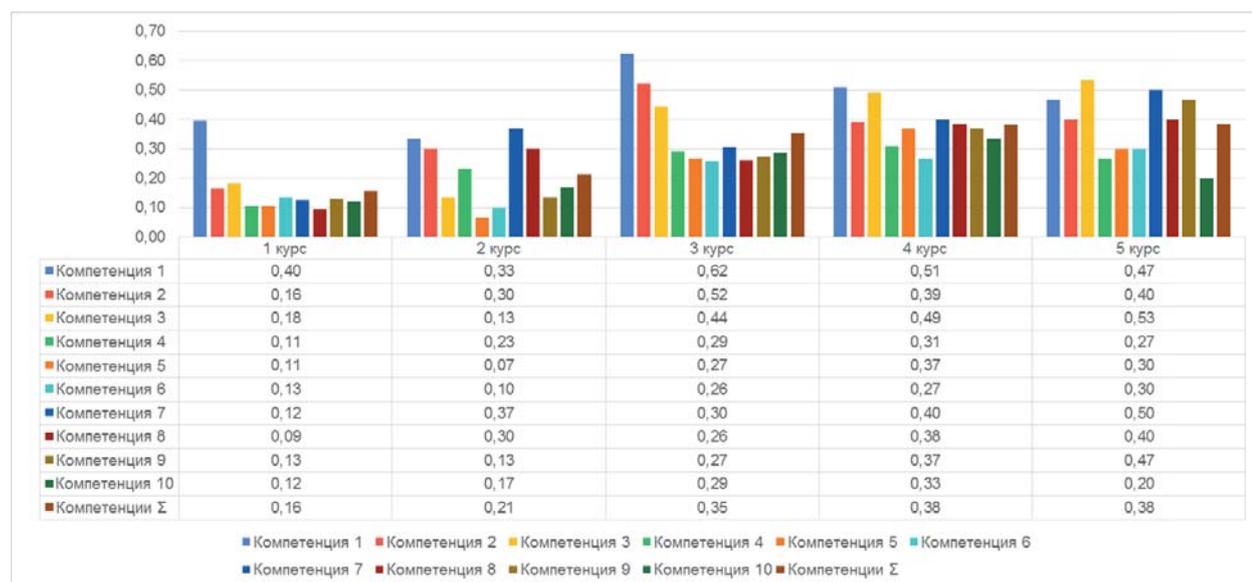


Рис. 1. Гистограмма распределения долей правильных ответов студентов по курсу и компетенциям

Fig. 1. Histogram of distribution of the shares of correct answers of students by course and competencies

**Таблица.** Профессиональные компетенции выпускника  
**Table.** Professional competencies of a graduate

Категории компетенций Categories of competencies	Универсальные (инвариантные) компетенции по отношению к направлению, профилю, деятельности Universal (invariant) competencies in relation to the direction, profile, activity	Наименование компетенции Name of competence
<p>Обучение в течение всей жизни (саморазвитие, самореализация, профессиональный рост) Lifelong learning (self-development, self-realization, professional growth)</p>	<p>Формирование и развитие интеллектуального и культурного уровня (знания в области гуманитарных, социальных и экономических наук) Formation and development of the intellectual and cultural level (knowledge in the field of humanities, social and economic sciences)</p>	<p>Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах, осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде, осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах), поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности, создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений. Able to perceive the intercultural diversity of society in the socio-historical, ethical and philosophical contexts, to carry out social interaction and realize his role in the team, to carry out business communication in oral and written forms in the state language of the Russian Federation and foreign language(s), maintain the proper level of physical fitness to ensure full-fledged social and professional activities, create and maintain safe living conditions, determine the range of tasks within the framework of the goal and choose the best ways to solve them, based on the current legal norms, available resources and restrictions</p>
	<p>Системное мышление (анализ, систематизация, прогнозирование) Systems thinking (analysis, systematization, forecasting)</p>	<p>Способен осуществлять поиск, обработку, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий, применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач Able to search, process, critically analyze and synthesize information, apply a systematic approach to solving tasks using information, computer and network technologies, apply the appropriate physical and mathematical apparatus, methods of analysis and modeling, theoretical and experimental research in solving professional problems</p>
<p>Генерирование инновационных идей (по созданию конкурентоспособных образцов техники и технологии) Generation of innovative ideas (to create competitive models of equipment and technology)</p>	<p>Формирование научных задач Formation of scientific tasks</p>	<p>Способен изучать, критически оценивать научную и научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований, применять в практической деятельности основные концепции, принципы, теории и факты; закономерности, устанавливаемые фундаментальными науками Able to study, critically evaluate scientific and technical information, domestic and foreign experience on research topics, apply in practice the basic concepts, principles, theories and facts, patterns established by the fundamental sciences</p>
<p>Проектная деятельность Project activity</p>	<p>Сбор и анализ данных, проектирование объектов профессиональной деятельности Collection and analysis of data, design of objects of professional activity Разработка технической документации Development of engineering specification</p>	<p>Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий при проектировании объектов профессиональной деятельности Able to search, store, process and analyze information from various sources and databases, present it in the required format using information, computer and network technologies when designing objects of professional activity Способен составлять самостоятельно и в составе коллектива проекты на геологоразведочные работы на разных стадиях изучения и на различных объектах Able to draw up independently and as part of a team projects for geological exploration at different stages of study and at various sites</p>

Окончание таблицы  
Table

Категории компетенций Categories of competencies	Универсальные (инвариантные) компетенции по отношению к направлению, профилю, деятельности Universal (invariant) competencies in relation to the direction, profile, activity	Наименование компетенции Name of competence
Деятельностные компетенции/Activity competencies	Использование информационных технологий Use of information technology	Способен использовать современные информационные технологии и программное обеспечение, методы математического моделирования процессов и объектов профессиональной проектной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности Able to use modern information technologies and software, methods of mathematical modeling of processes and objects of professional project activity, observing the requirements of information security
Организация производства Organization of production	Прогнозирование полезного ископаемого. Методика геологического разведочных работ Mineral forecasting. Exploration methodology	Способен прогнозировать на основе анализа геологической ситуации вероятный промышленный тип полезного ископаемого, формулировать благоприятные критерии его нахождения и выделять перспективные площади для постановки дальнейших работ. Способен проводить геологическое картирование, поисковые, оценочные и разведочные работы в различных ландшафтно-географических условиях, проектировать места заложения горных выработок, скважин, осуществлять их документацию Able to predict, based on the analysis of the geological situation, the probable industrial type of a mineral, formulate favorable criteria for its location and allocate promising areas for setting up further work. Able to carry out geological mapping, prospecting, appraisal and exploration work in various landscape and geographical conditions, design the places for laying mine workings, wells, and carry out their documentation
Управление (менеджмент) Management	Геолого-экономическая оценка Geological and economic assessment	Способен выбирать виды, способы опробования (рядового, геохимического, минералогического, технологического) и методы их анализа для изучения компонентов природной среды, включая горные породы и полезные ископаемые, при решении вопросов картирования, поисков, разведки, технологии разработки и переработки минерального сырья Able to choose types, methods of sampling (ordinary, geochemical, mineralogical, technological) and methods of their analysis to study the components of the natural environment, including rocks and minerals, when solving issues of mapping, prospecting, exploration, technology for the development and processing of mineral raw materials
	Управление процессами и коллективом Process and team management	Способен проводить геолого-экономическую оценку месторождений твердых полезных ископаемых Able to conduct geological and economic assessment of deposits of solid minerals
		Способен управлять процессами в профессиональной деятельности, сочетать теорию и практику в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности. Способен управлять техническим администрированием в соответствии с нормативными документами (техника безопасности, контроль качества изделий и т.д.), используя знания в области проектного менеджмента Able to manage processes in professional activity, combine theory and practice in accordance with the chosen field of professional activity. Able to manage technical administration in accordance with regulatory documents (safety, product quality control, etc.), using knowledge in the field of project management

лей правильных ответов и баллом при поступлении и показателем качества обучения студентов  $Q_i$  и баллом при поступлении равны  $r=0,1$  (рис. 3, а). Такой уровень корреляции не является значимым, а соответственно, можно рассуждать о том, что на качество обучения студента не влияет балл при поступлении в университет. Данный вопрос актуален в разрезе нынешней программы господдержки «Приоритет-2030», в которой одним из критериев успешной реализации объявлено обязательное привлечение «высокобалльных» абитуриентов [3]. А есть ли в этом необходимость? Хотелось отметить, что данный аспект заслуживает внимания и изучения в рамках текущего исследования.

Коэффициент корреляции между средним баллом за обучение и долей правильных ответов  $R_i$  и авторским показателем качества обучения студентов  $Q_i$  равен  $r=0,36$  и  $r=0,37$ , соответственно (рис. 3, б). Средняя положительная корреляция между перечисленными

факторами очевидна и непротиворечива: чем лучше учится студент, тем выше уровень его подготовки.

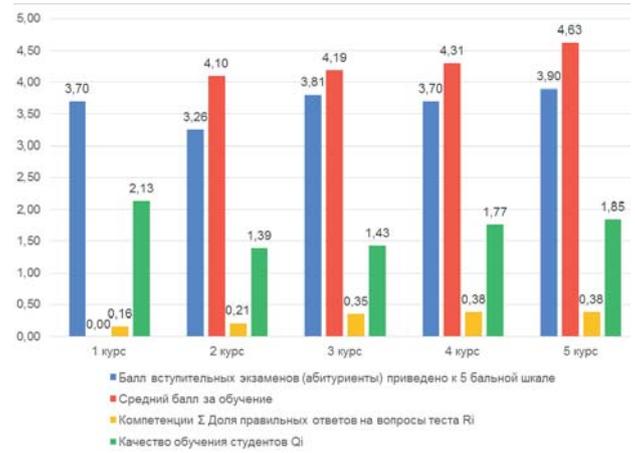
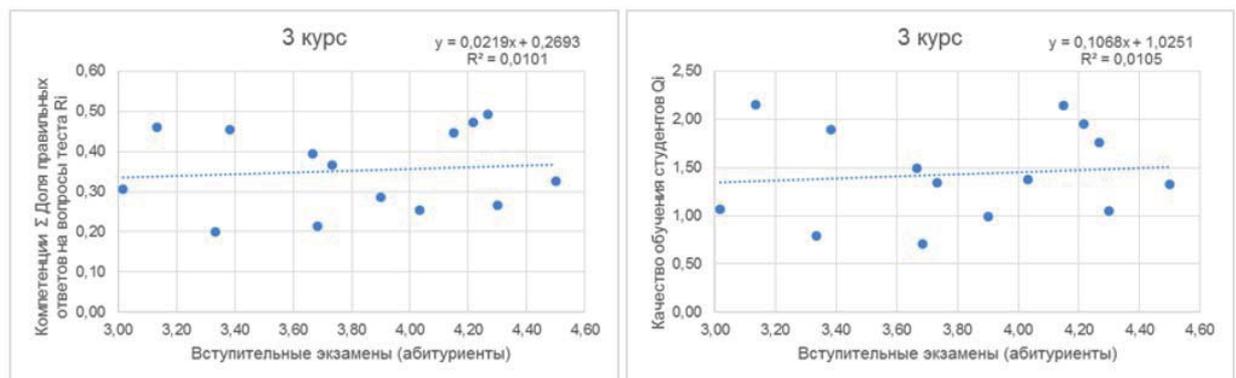


Рис. 2. Обобщенные показатели по 1–5 курсу  
Fig. 2. Generalized indicators for 1–5 courses

Также одним из этапов исследования было определение ключевых факторов, влияющих

а



б

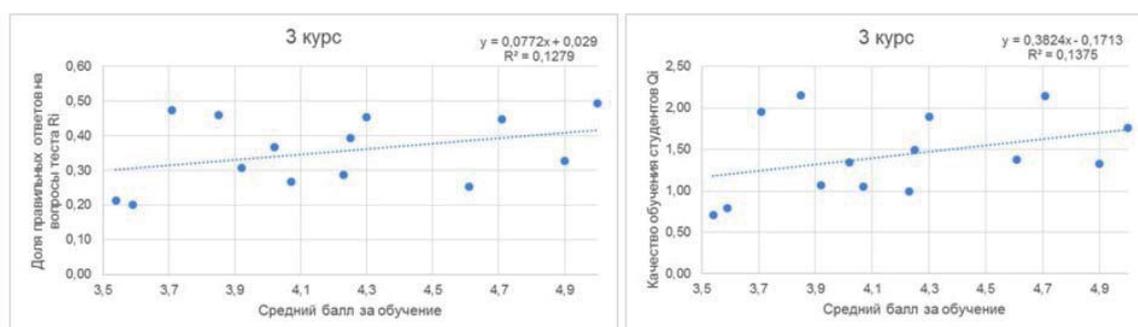


Рис. 3. Соотношение ключевых показателей: а) диаграмма зависимости суммы долей правильных ответов и балла при поступлении (слева), и показателя качества обучения студентов  $Q_i$  и балла при поступлении (справа); б) диаграмма зависимости среднего балла за обучение и долей правильных ответов  $R_i$  (слева), и авторским показателем качества обучения студентов  $Q_i$  (справа)

Fig. 3. Ratio of key indicators: а) diagram of dependence of the sum of the shares of correct answers and the score at admission (left), and the indicator of the quality of student learning  $Q_i$  and the score at admission (right); б) diagram of dependence of the average score for education and the proportion of correct answers  $R_i$  (left), and the author's indicator of the quality of student learning  $Q_i$  (right)

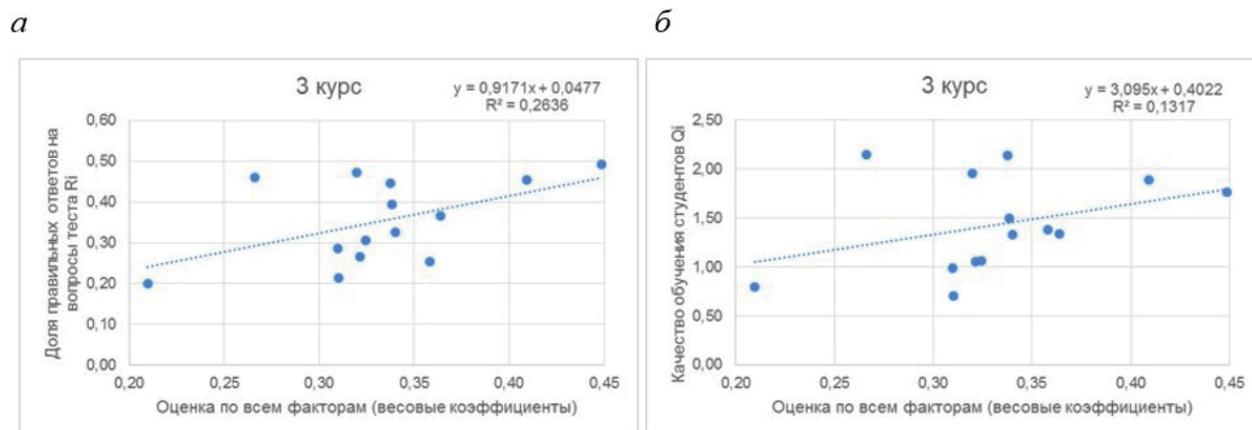


Рис. 4. Соотношение ключевых факторов и показателя качества образования

Fig. 4. Ratio of key factors and the indicator of the quality of education

на качество инженерного образования и методов их количественной оценки. В данной статье не предполагается подробное описание методики выбора этих факторов. К ключевым факторам, влияющим на качество инженерного образования, были отнесены следующие: мотивация студентов, вовлечённость студентов в учебный процесс, профессионализм профессорско-преподавательского состава, научно-исследовательская деятельность студентов, практико-ориентированность учебного процесса. По всем ключевым факторам были разработаны вопросы и проведено анкетирование, ответы на которое приведены к единой шкале по предложенной методике научной группы УНЦ ОТВПО.

На рис. 4 показаны результаты изучения влияния ключевых факторов на качество образования. Из графиков видно, что коэффициент корреляции между обобщенным показателем всех значимых факторов и долей правильных ответов  $R_i$ , и качеством обучения  $Q_i$  равен  $r=0,51$  и  $r=0,36$ , соответственно. Такой уровень положительной корреляции можно отнести к среднему. Очевидно, что перечисленные выше ключевые факторы особым образом влияют на качество образования. Например, один из ключевых факторов – научно-исследовательская деятельность студентов – был изучен научной группой УНЦ ОТВПО [4], и в результате было выявлено, что существует разница в том, как относятся студенты и преподаватели к оценке вовлечен-

ности студентов в научно-исследовательскую деятельность во время обучения.

### Заключение

Таким образом, полученные предварительные результаты исследования в основной массе подтверждают выдвинутые гипотезы о влиянии ключевых и дополнительных факторов на качество инженерной подготовки студентов к профессиональной деятельности. В ходе исследования определена средняя положительная корреляционная связь между такими показателями, как оценка по ключевым факторам и доля правильных ответов студентов по тестированию, или оценка по ключевым факторам и качество обучения. Также средняя корреляционная связь присутствует между средним баллом за обучение и долей правильных ответов, и авторским показателем качества обучения студентов. Тем не менее для таких показателей, как сумма долей правильных ответов, показателем качества обучения студентов и баллом при поступлении в университет, определена слабая положительная корреляционная связь.

Полученные результаты вносят вклад в научный задел по тематике исследования, рекомендуется продолжение работ по исследованию подхода для количественной оценки качества инженерного образования в процессе подготовки студентов к профессиональной деятельности.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Минобрнауки сообщило об исключении российских вузов из Болонской системы. URL: <https://www.rbc.ru/politics/06/06/2022/629dec299a7947a0e3d5426f> (дата обращения 06.06.2022).
2. «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 21.05.02 Прикладная геология» (с изменениями и дополнениями) Редакция с изменениями № 1456 от 26.11.2020. Приказ Министерства науки и высшего образования РФ от 12 августа 2020 г. № 953 URL: [https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Spec/210502\\_C\\_3\\_18062021.pdf](https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Spec/210502_C_3_18062021.pdf) (дата обращения 06.06.2022).
3. Программа развития «Приоритет-2030» // Томский политехнический университет. URL: <https://prioritet.tpu.ru/> (дата обращения 06.06.2022).
4. Савинова О.В. Апробация экспертного семинара по теме «Вовлеченность студентов в научно-исследовательскую работу во время обучения» // Инженерное образование. – 2021. – № 29. – С. 34–44.

Дата поступления 07.06.2022 г.

UDC 378.14.015.62

DOI 10.54835/18102883\_2022\_31\_8

## STUDYING THE APPROACH USING QUANTITATIVE METHODS TO MEASURE THE LEVEL OF PREPAREDNESS OF STUDENTS FOR PROFESSIONAL ACTIVITIES

**Olesya V. Savinova,**

Cand. Sc., associate professor, expert,  
logvinenkoov@tpu.ru

**Igor O. Muravlev,**

Cand. Sc., associate professor, head of Department,  
iom@tpu.ru

National Research Tomsk Polytechnic University,  
30, Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russia.

The paper presents the intermediate results of studying the approach using quantitative methods to measure the level of students' preparedness for professional activities. The results of the study generally confirm the hypotheses put forward about the influence of key and additional factors on the quality of engineering training of students for professional activities. In the course of the study, correlations between the main indicators were determined. The results obtained contribute to the scientific background on the subject of the study and it is recommended to continue the work on the study of the approach.

**Key words:** Engineering education, specialist's degree, quality of engineering education, quality of professional training.

### REFERENCES

1. *Minobrnauki soobshchilo ob isklyuchenii rossiysskikh vuzov iz Bolonskoy sistemy* [The Ministry of Education and Science announced the exclusion of Russian universities from the Bologna system]. Available at: <https://www.rbc.ru/politics/06/06/2022/629dec299a7947a0e3d5426f> (accessed 06 June 2022).
2. «*Ob utverzhdenii federalnogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta vysshego obrazovaniya – spetsialitet po spetsialnosti 21.05.02 Prikladnaya geologiya» (s izmeneniyami i dopolneniyami) Redaktsiya s izmeneniyami no. 1456 ot 26.11.2020. Prikaz Ministerstva nauki i vysshego obrazovaniya RF ot 12 avgusta 2020 g. no. 953* [«On approval of the Federal State Educational Standard of Higher Education – specialist's degree in the specialty 21.05.02 Applied Geology» (with amendments and additions) Edition with amendments no. 1456 of 11/26/2020. Order of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation of August 12, 2020 N 953]. Available at: [https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Spec/210502\\_C\\_3\\_18062021.pdf](https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Spec/210502_C_3_18062021.pdf) (accessed 06 June 2022).
3. Programma razvitiya «*Prioritet-2030*» [Development Program «Priority-2030»]. *Tomsk Polytechnic University*. Available at: <https://prioritet.tpu.ru/> (accessed 06 June 2022).
4. Savinova O.V. Approbation of an expert seminar on «students' involvement in research work during studying». *Engineering education*, 2021, no. 29, pp. 34–44. In Rus.

Received: 7 June 2022.