

ОБУЧЕНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СОСТЯЗАТЕЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

Н. И. Наумкин¹, Н. Н. Шекшаева², Е. В. Забродина³

*Национальный исследовательский Мордовский государственный университет
им. Н. П. Огарева, Саранск, Россия.*

E-mail: ¹naumn@yandex.ru; ²shekshaeva@yandex.ru; ³evgeniya.nikitina.1994@mail.ru

Аннотация. *Введение.* Уровень владения инновационной инженерной деятельностью всегда определял квалификацию инженерных кадров, обеспечивающих технический прогресс общества и технологический уклад его экономики. В связи с этим актуальна проблема повышения эффективности подготовки к такой деятельности. Для ее решения создается соответствующая образовательная среда, являющаяся обучающим, развивающим, воспитывающим, контрольно-диагностическим и рефлексивным средством, позволяющим моделировать различные педагогические условия, включая инновационную деятельность. Наиболее эффективны конкурентные среды за счет повышенной мотивации их субъектов к обучению, формируемой при реализации в них естественного качества человека – состязательности. Однако в них недостаточно полно реализованы механизм формирования мотивации и ее структура. В связи с этим возникает дилемма создания новой образовательной среды на основе использования состязательности.

Цель настоящей работы – повышение эффективности подготовки студентов университетов к инновационной инженерной деятельности за счет высокой мотивации к ее овладению на основе использования состязательности.

Методология и методы. В исследованиях авторы руководствовались концепцией многоуровневой и многоэтапной подготовки студентов университетов к инновационной инженерной деятельности. Для ее реализации была использована методологическая система, включающая: 1) подходы к обучению (интегрированный, междисциплинарный, системный, субстратный и структурированный), направленные на создание состязательной образовательной среды с ее специфической структурой и субстратами); 2) методы (соревнования – для обеспечения повышенной мотивации; гипотетико-дедуктивный – для выдвижения гипотезы; морфологии – для анализа и выбора методов; педагогики сотрудничества – для создания комфортной среды); 3) принципы (соревновательности, единства фундаментальности и профессиональной направленности, межпредметности и междисциплинарности и др.).

Результаты и научная новизна. В ходе исследования была создана состязательная образовательная среда как система взаимодействующих субъектов и объектов образовательной деятельности, имеющая многокомпонентную структуру. При ее разработке особое внимание было обращено на проектирование моделей организационных форм ее реализации, общей для которых является высокая личная мотивация участников за счет наличия конкуренции, состязательности и соперничества. Одни из них – ежегодно реализуемый авторами всероссийский научный студенческий фестиваль и сопутствующие ему мероприятия. Рассмотрены также особенности формирования в этих условиях у студентов

повышенной мотивации к овладению инновационной деятельностью с учетом их психолого-поведенческих особенностей. Выявлена ее структура как совокупность побуждений, вызывающих активность личности в этой деятельности, определяемых не только возможностью реализовать каждому студенту личностное качество состязательности, но и другими мотивами, обусловленными переживаемыми ими эмоциями на этапах конкурсного субстрата фестиваля (подготовка – выступление – анализ). Это составляет научную значимость выполненного исследования.

Практическая значимость. Конкретизирована методологическая система исследования. Созданы методики организации и проведения фестиваля, обучения инновационной инженерной деятельности в состязательной образовательной среде на основе вовлечения студентов во все этапы инновационной деятельности и повышенной мотивации к ее овладению. Разработано методологическое и методическое обеспечение функционирования образовательной среды.

Ключевые слова: инновационная инженерная деятельность, мотивация, образовательная среда, состязательность, состязание, состязательная образовательная среда.

Благодарности. Авторы выражают благодарность рецензентам статьи за ценные замечания и предложения, которые способствовали ее улучшению. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-313-90007.

Для цитирования: Наумкин Н. И., Шекшаева Н. Н., Забродина Е. В. Обучение инновационной инженерной деятельности в состязательной образовательной среде // Образование и наука. 2021. Т. 23, № 5. С. 64–98. DOI: 10.17853/1994-5639-2021-5-64-98

INNOVATIVE ENGINEERING TRAINING IN A COMPETITIVE EDUCATIONAL ENVIRONMENT

N. I. Naumkin¹, N. N. Shekshaeva², E. V. Zabrodina³

National Research Mordovia State University named after N. P. Ogarev,
Saransk, Russia.

E-mail: ¹naumn@yandex.ru; ²shekshaeva@yandex.ru; ³evgeniya.nikitina.1994@mail.ru

Abstract. Introduction. The level of mastery of innovative engineering has always determined the qualifications of engineering personnel, who ensure the technological progress of society and the modern technological structure of its economy. In this regard, the problem of increasing the efficiency of preparation for such activities is relevant. To solve it, an appropriate educational environment is created. This educational environment involves a teaching, developmental, upbringing, control-diagnostic and reflective means, which allows various pedagogical conditions, including innovative activities, to be simulated. The most effective of them are competitive environments, due to the increased motivation of their subjects for learning, formed when the natural quality of a person, i.e. competitiveness, is developed in them. However, these environments do not fully disclose the mechanism of formation of motivation and its structure. This raises the dilemma of creating a new competitive educational environment based on the use of competitiveness.

The *aim* of the present research is to increase the efficiency of university students' training for innovative engineering activities due to high motivation to master it through the use of competitiveness.

Methodology and research methods. In the current research, the authors were guided by the concept of multi-level and multi-stage preparation of university students for innovative engineering activities. For its implementation, a methodological system was used, including: 1) approaches to learning (integrated, interdisciplinary, systemic, substrate and structured), aimed at creating a competitive educational environment with its specific hierarchy, structure and substrates; 2) methods (competitions – to provide increased motivation; hypothetical-deductive method – to put forward a hypothesis; morphology – to analyse and choose methods; pedagogy of cooperation – to create a comfortable environment); 3) principles (competitiveness, unity of fundamental and professional orientation, interdisciplinarity and interdisciplinarity, etc.).

Results and scientific novelty. In the course of the research, a competitive educational environment was created as a system of interacting subjects and objects of educational activity, which has a multicomponent structure. During its developmental process, special attention was paid to the design of models of organisational forms of its implementation, common to which is the high personal motivation of the participants due to the presence of competition, competitive spirit and rivalry. One of them is the All-Russian Scientific Student Festival and related events, annually organised by the authors. The features of increased motivation formation to master innovative activities in these conditions among students, taking into account their psychological and behavioural characteristics, were considered as well. Its structure was revealed as a set of motives, which encourage the individual to be involved in a particular activity. The motives are determined not only by the ability to realise the student's personal quality of competitiveness, but also by other motives caused by emotions they experience at the stages of the competitive substrate of the festival (preparation – performance – analysis). This constitutes the scientific novelty of the research conducted by the authors.

Practical significance. The methodological system of research is concretised. The methods have been created for organising and holding the festival, teaching innovative engineering activities in a competitive educational environment based on the involvement of students in all stages of innovative activities and increased motivation to master it. Methodological support for the functioning of the educational environment has been developed.

Keywords: innovative engineering activity, motivation, educational environment, competitiveness, competition, competitive educational environment.

Acknowledgements. The authors express their gratitude to the reviewers for valuable comments and suggestions, which significantly improved the quality of the research paper. The reported research was funded by the Russian Foundation for Basic Research (RFBR) within the framework of the research project № 20-313-90007.

For citation: Naumkin N. I., Shekshaeva N. N., Zabrodina E. V. Innovative engineering training in a competitive educational environment. *The Education and Science Journal*. 2021; 23 (5): 64–98. DOI: 10.17853/1994-5639-2021-5-64-98

Введение

Проблемой подготовки студентов к инновационной инженерной деятельности (ИИД) как продуктивной творческой деятельности, направленной на получение новых конкурентоспособных специфических продуктов, обязательно приносящих определенный эффект, занимаются исследователи всех инженерных вузов мира. Анализ результатов их работ показывает, что уровень владения именно этим видом деятельности всегда определял и будет определять развитие мировой экономики и человеческого общества, а подготовка к ней есть формирование у студентов компетентности в инновационной инженерной деятельности (КИИД), включающей мотивационный, способностный, знаниевый, деятельностный и рефлексивный компоненты. Это определяет актуальность исследований, направленных на повышение эффективности такой подготовки.

Как показывает научно-педагогическая практика, для решения конкретных дидактических задач требуется создание особых условий (инфраструктуры, инструментария и др.), гармонично объединенных в образовательной среде [1–2] – *специфическом объективно сформировавшемся и постоянно эволюционирующем образовательном пространстве для внешнего и внутреннего взаимодействия его субъектов*. Одними из наиболее действенных таких сред для формирования компетентности в инновационной деятельности являются конкурентные и конкурсные среды, описанные в работе П. Н. Осипова [3]. В частности – олимпиадная образовательная среда группы исследователей P. Nowotarski, J. Pasławski, Ł. Pluciński [4], позволяющая моделировать в ней инновационную деятельность (решение творческих нестандартных задач, включая профессиональные в условиях стрессовой ситуации ограничения времени и ресурсов, индивидуально и в составе команды, с обязательным получением результата и готовностью нести за него ответственность, при наличии конкуренции между ее взаимодействующими субъектами и др.) и вовлекать ее участников во все этапы этой деятельности. Наиболее близким к решаемой нами проблеме является исследование А. П. Пучкова и А. И. Попова по созданию креативной олимпиадной образовательной среды (ООС) [5], направленной на подготовку к ИИД, за счет формирования творческого компонента профессиональных компетенций. Известны также и другие примеры успешного использования образовательных сред Н. И. Наумкиным и P. L. Wilczyński [6–7] для этих целей. Но во всех этих исследованиях не в полной мере был использован и недостаточно глубоко исследован потенциал такого естественного для человека личностно-психологического качества, как *состязательность* для повышения у студентов мотивации к овладению инновационной деятельностью.

Вышеперечисленное определяет *цель исследования* – повышение эффективности подготовки студентов технических вузов к инновационной инженерной деятельности на основе высокой мотивации к обучению в состязательной образовательной среде (СОС) и *гипотезу* – эффективность подготовки студентов технических вузов к инновационной инженерной деятельности повысится, если она будет реализована в *состязательной образовательной среде*, обеспечивающей моделирование инновационной инженерной деятельности и повышенную мотивацию к ее овладению за счет реализации высокого потенциала естественного качества личности – состязательности.

Для подтверждения этой гипотезы в работе была обоснована и спроектирована состязательная образовательная среда, представленная теоретическими положениями, многокомпонентной моделью и методикой обучения ИИД. Модель среды включает мотивационно-целевой, структурный, организационно-содержательный, процессуально-технологический и рефлексивно-оценочный компоненты. В качестве ее субстрата выступает единичный конкурсный цикл (подготовка – выступление – анализ), объектом которого является конкурсное задание, сформулировано его определение. Актуализировано и расширено также понимание принципа и метода состязательности, положенных в основу проектирования образовательной среды. Это составляет *научную новизну* исследования, а его *практическую значимость* составляет совокупность разработанных методик обучения ИИД в среде, реализованная в виде ежегодно проводимого в Национальном исследовательском Мордовском государственном университете им. Н. П. Огарева комплексного универсального мероприятия – всероссийского научного фестиваля «Студенческая молодежь – науке» (ВНФ СМН), а также предшествующего фестивалю межрегионального этапа всероссийской студенческой олимпиады по агроинженерии в Тверской государственной сельскохозяйственной академии и последующей международной студенческой олимпиады по агроинженерным направлениям подготовки в Самарском государственном аграрном университете. Все эти мероприятия объединены в рамках упомянутой образовательной среды и являются неотъемлемой частью образовательного процесса.

Обзор литературы

Проблемой подготовки студентов к инновационной инженерной деятельности занимаются начиная с 90-х годов прошлого века практически все вузы страны и зарубежья. Это подтверждается многочисленными публикациями, которые нами разделены на 6 групп:

1) исследования по подготовке к инновационной деятельности при обучении различным дисциплинам, в частности М. Kangasa, P. Siklander, J. Randolph, H. Ruokamo [5] – технологии, Н. И. Наумкина [9] – механике;

2) при обучении специально спроектированным для такой подготовки дисциплинам, например, авторской дисциплине Н. И. Наумкина и Е. П. Грошевой [9] «Основы инновационной инженерной деятельности» [9];

3) при формировании отдельных компонентов компетентности в инновационной инженерной деятельности, в том числе исследования под руководством М. Aichouni [10], V. Scuotto, S. J. Shukla [11], A. Craft, H. Emese, C. Rebecca [12], Xian-han Huang, John Chi-kin Lee [13], направленные на развитие творческих способностей студентов;

4) на основе использования различных научно-методических теорий, подходов и методов (интегрированной методики обучения ИИД М. М. Al-Hammouri, J. A. Rababah, M. L. Rowland, A.S. Tetreault, M. Aldalaykeh Does [14] и J. E. Kwon, H. R. Woo [15]; с использованием компетентностно-ориентированного подхода, обучения в цифровой образовательной среде Б. А. Аграновича с В. Н. Чудиновым [16] и ученых A. Janssen, T. Shaw, P. Goodyear, B. P. Kerfoot, D. ABryce[17], создания целостной модели подготовки к ИИД, с доминированием проблемно-ориентированного и проектно-организованного подходов авторов Marcelo Werneck Barbosa, Césarde Ávila Rodrigues [18] и др.);

5) на основе использования интеграции проектного и кейс-стади методов (с использованием проекта в качестве оценочного средства результатов освоения ИИД Martina Lycko и Kostasa Galanakis [19], с использованием этого метода в инженерном образовании Т. И. Шишеловой [20], актуализирующих эти понятия и обосновывающих новые области их использования для повышения эффективности подготовки к ИИД в своих исследованиях авторы A. Ayob, R. A. Majid, A. Hussain, M. M. Mustaffa [21] и Karin J. Gerritsen-van Leeuwenkamp, B. Desirée Joosten-ten, K. Liesbeth [22] и др.);

6) с использованием новых парадигм в обучении, в частности исследования И. Д. Столбовой, Ю. Гитман и А. А. Овчинникова на основе применения BIM-технологии [23], зарубежные практики сквозной подготовки к ИИД, и студентоцентрированного обучения T. Wub KHP [24], с использованием систематической методологии K. Hmina, M. Sallaou, A. Arbaoui, L. Lasri [25], широко известной концепции CDIO (Conceive, Design, Implement, Operate – «задумать, спроектировать, внедрить, работать») ^{1, 2}, за рубежом и в российских вузах И. В. Дубовой, Г. С. Саначевой, О. Н. Рябова [26], на

¹ Кроули Э. Ф., Малмквист Й., Остланд С., Бродер Д. Р., Эдстрем К. Переосмысление инженерного образования: подход CDIO / Пер. с англ. С. Рыбушкиной под научной редакцией А. И. Чучалина. Москва: Издательский дом Высшей школы экономики, 2015. 500 с.

² Всемирная инициатива CDIO. Стандарты: информационно-методическое издание / Пер. с англ. и ред. А. И. Чучалина, Т. С. Петровской, Е. С. Кулюкиной. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. 17 с.

основе концепции А. Г. Валишева [27] и Н. И. Наумкина [14] многоуровневой и поэтапной подготовки студентов к ИИД. Неотделимы от этих проблем исследования С. Guojin [28] по подготовке педагогов к инновационной деятельности и преподавателей технических дисциплин по стандартам Международного общества по инженерной педагогике IGIP А. Мелецинека, В. М. Жураковского, И. В. Федорова и др. [29], а также В. М. Приходько и А. Н. Соловьева [30]. Для реализации представленных методов и подходов необходимо особое образовательное пространство, конкретизированное сегодня как образовательная среда (ОС).

Образовательная среда объективно существует с момента формирования человеческого общества, что подтверждают исследования С. В. Журавлевой [1]. Но только сравнительно недавно, по утверждению С. В. Журавлевой [1] и М. Kukhta, О. Homushku, М. Kornienko, L. Kutsenko [2], ею стали основательно заниматься, как показывают исследования К. С. Казакова [31], в связи с реализацией различных моделей обучения: развивающей, профессионально и личностно стимулирующей, эколого-личностной, антрополого-психологической [2], коммуникативно-ориентированной [2], инновационной модели I. Abualrub, B. Karseth, B. Stensaker [32], региональной [31] и др. Аналогичные работы ведутся и за рубежом под руководством А. Janssen [17], I. Abualrub, B. Karseth, B. Stensaker [32], J. R. MacKechnie, А. Н. Buchanan [33], М. Atanasijević-Kunc, V. Logar, R. Karba и др. [34], которые Ю. Н. Зиятдинова [35] делит на три группы: 1) среда – как педагогическое окружение; 2) среда – как ответственность организации; 3) среда как сетевое взаимодействие для подготовки конкурентоспособных специалистов инновационной экономики [33]. В продолжающихся исследованиях Е. А. Тумалевой, С. Ф. Эхова [36], В. А. Ясвина [37] уточняются и конкретизируются ее структура, определение, назначение, области использования, перспективы развития и другие аспекты. Мы в своих исследованиях ориентируемся на ее общепризнанное понимание и определение В. А. Ясвина [37] как системно образованного пространства для реализации взаимодействия субъектов образовательного процесса между собой и с внешней средой для повышения эффективности процесса обучения и обобщенную структуру, представленную пространственно-предметным, социальным и психолого-дидактическим компонентами.

Уникальны по своим возможностям формирования у студентов компетентности в инновационной деятельности инновационная среда А. Карташева, Т. Ширко, И. Хоменко и Л. Наумова [38] и электронная информационно-образовательная среда J. E. Kwon, H. R. Woo [39] и И. Голицыной [40], включающие, кроме ее субъектов, инновационную и информационную инфраструктуру и хорошо интегрируемые с другими моделями ОС.

На наш взгляд, наиболее действенно осуществляется подготовка студентов к ИИД в олимпиадной образовательной среде¹ за счет возможности моделирования в ней ИИД и наличия высокой конкуренции между ее взаимодействующими субъектами, на что указывают Г. Ф. Шафранов-Куцев, Г. З. Ефимова [41]; P. A. Dover, S. Manwani, D. Munn [42]; P. L. Wilczyński [43]; R. Herrera-Limones, J. Rey-Pérez, M. Hernández-Valencia, J. Roa-Fernández [44]; Dara Szyliowicz, Tiffany Galvin Green [45]; С. М. Rodriguez Bernal [46].

Наиболее полно проблему формирования, развития и обучения в такой среде исследовали А. И. Попов и Н. П. Пучков [5], которые сформулировали основные требования, предъявляемых к ней, разработали и реализовали олимпиадную образовательную среду (ООС).

Современные исследования такой среды направлены:

- 1) на расширение ее области использования (А. Yoones [47]);
- 2) повышение эффективности обучения в ней (М. Н. Can [48]);
- 3) развитие самой среды и ее инфраструктуры [47];
- 4) изучение истории и установление законов ее развития [4];
- 5) совершенствование методики обучения в среде [37];
- 6) углубление интеграции среды в образовательный процесс [4];
- 7) повышение мотивации к обучению ИИД в вышеупомянутых исследованиях [4–5, 37–38, 40], а также работах N. Van Hanh [49] и Q. Ye, Y. Zhou [50].

Во всех вышеотмеченных исследованиях как отечественных, так и зарубежных авторов говорится о высокой мотивации к овладению профессиональными компетенциями и инновационной деятельностью при обучении в конкурентной среде за счет наличия в ней духа соперничества, конкуренции и борьбы, но в них не рассмотрены процесс формирования такой мотивации и ее структура. В предлагаемой статье решается проблема реализации высокого потенциала метода соревнования-состязания в формировании повышенной мотивации к овладению инновационной инженерной деятельностью у студентов инженерных университетов при обучении их в созданной авторами состязательной образовательной среде, включающей в качестве организационных образовательных форм студенческие олимпиады, различные научные и профессиональные конкурсы, фестивали, конференции и другие мероприятия.

Методология, материалы и методы

Авторами был осуществлен анализ 54 источников, в том числе 37 входящих в международные базы цитирования Scopus и WOS, с глубиной на-

¹ Панфилова Е. Н. Роль студенческих олимпиад и профессиональных конкурсов в подготовке специалиста // Информю. Электронный справочник [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.informio.ru/publications/id1374/Rol-studencheskih>.

учного поиска 15 лет. Не было выявлено значительного количества работ по изучению проблемы повышения мотивации к овладению инновационной деятельностью за счет использования состязательности, что дает основание рассматривать данную работу как одну из дополняющих этот пробел в теории и методике обучения и воспитания.

В своих исследованиях авторы в качестве доминирующей руководствовались концепцией многоуровневой и многоэтапной подготовки студентов технических вузов к ИИД [9], разработанной на основе комплексной интеграции имеющихся ресурсов (материальных, знаниевых, инфраструктурных, технологических и др.), обеспечивающей кумуляцию средств, а также целостность, оптимальность, адаптируемость, единство и эффективность методов решения проблемы, в условиях состязательной образовательной среды. Для этого была использована специально разработанная методологическая система исследования вопросов формирования у студентов КИИД [51].

Эта система наряду с другими, используемыми в инженерной подготовке, включала:

1) общенаучные и специальные подходы к обучению, среди которых интегрированный – объединяющий подходы, методы и принципы в систему для достижения сформулированной цели; междисциплинарный – объединяющий в исследовании педагогику, инноватику и профессиональные знания; системный, субстратный и структурированный, направленные на создание модели образовательной среды с ее специфической структурой и субстратами;

2) метод состязания-соревнования – для обеспечения состязательности и конкурентности и повышенной мотивации; гипотетико-дедуктивный – для выдвижения и отработки гипотез исследования; морфологии – для анализа возможных моделей и подходов к рассматриваемой проблеме; моделирования – для моделирования ИИД и особых специфических условий; педагогики сотрудничества – для создания комфортной среды;

3) принципы (соревновательности и конкурентоспособности; единства фундаментальности и профессиональной направленности; межпредметности и междисциплинарности; комплексного анализа-синтеза выполняемых заданий и прошедших мероприятий, а также многоуровневости и многоэтапности).

Актуализируем использование в системе методов и принципов состязательности-соревновательности. Учитывая однотипность использования на практике и синонимическую однозначность понятий «состязательность» и «соревновательность», в дальнейшем будем пользоваться равноправными терминами «соревнование» и «состязание», понимая под *состязанием-сорев-*

нованием не антагонистическое соперничество субъектов для достижения определенного результата в оговоренных заранее условиях.

Сущность этого метода заложена в стимулировании позитивной деятельности и поведения обучающихся, позволяющих у них:

- 1) развивать творческий потенциал – основу ИИД;
- 2) развивать коммуникабельность и коммуникативность;
- 3) преодолевать психологический барьер;
- 4) снимать усталость, оживлять восприятие и интерес к обучению;
- 5) обеспечивать более прочное усвоение различных знаний;
- 6) создавать условия для лучшего раскрытия их личности;
- 7) создавать ситуацию успеха.

Этот метод присутствует в неявном виде во всех видах и формах обучения.

Метод состязания-соревнования ассоциируется с реализацией в системе одноименного *принципа состязательности-соревновательности*, особенно в ООС, а также при проведении различных конкурсных мероприятий и использовании активных (игровых) методов обучения. При этом обучающий эффект в них достигается за счет взаимного стимулирования активности обучающихся в процессе их совместной деятельности на основе прилива у них дополнительной жизненной энергии. Этот принцип представляет собой вариант неагрессивной борьбы за преимущество в определенном виде деятельности.

Описанная методологическая система постоянно эволюционирует и развивается в условиях ежегодно проводимого на протяжении последних 20 лет вышеупомянутого многодневного научного фестиваля «Студенческая молодежь – науке». В этом фестивале, организуемом в соответствии с приказами Минобрнауки РФ, регламентами и Положениями вуза, ежегодно принимали участие свыше 100 студентов и 30 преподавателей из более чем 20 вузов РФ, которые одновременно являлись участниками широкомасштабного педагогического эксперимента, при этом контрольно-измерительными материалами выступали конкурсные задания, анкеты, листы диагностики и др.

Для оценки результатов выступления участников использовалась специально разработанная авторами методика [6, 52], в соответствии с которой:

- 1) распределялись места в личном и командном первенстве (подводились итоги выступления студентов);
- 2) оценивалось качество конкурсного задания по функции распределения набираемых участниками баллов (определялся режим жесткий, щадящий и естественный);

3) производился анализ выступления участников (выявлялось количество студентов, не выполнивших какое-либо задание, набравших максимальное количество баллов за ту или иную задачу и определялась степень решенности каждой из задач);

4) вносились корректирующие действия в систему конкурсных заданий [52].

Для выполнения практической части конкурсного задания использовалось высокотехнологичное научно-производственное оборудование (от 3D-принтеров и сканеров до сельскохозяйственного оборудования и машин с элементами искусственного интеллекта).

Результаты исследования

Проектирование состязательной образовательной среды

Спроектируем состязательную образовательную среду, ориентированную на инновационную подготовку студентов за счет повышения эффективности формирования мотивационного компонента КИИД на основе использования принципа состязательности. Для этого сформулируем ее определение, требования, предъявляемые к ней, обоснуем ее модель (структуру и компоненты).

С учетом имеющихся представлений об образовательной среде сформируем определение СОС, направленной на формирование КИИД. *Состязательная образовательная среда – это система формирования у обучающихся компетентности в инновационной инженерной деятельности на основе вовлечения их во все основные этапы этой деятельности, моделируемой в системе и обеспечения условий состязательности и конкуренции, включающей взаимодействующие субъекты и объекты образовательной деятельности и инфраструктуру.*

Такая среда должна удовлетворять следующим требованиям:

1) использование интегрированного, междисциплинарного, системного, субстратного, структурированного, лично-ориентированного и других подходов к проектированию;

2) учет профессиональных и социальных контекстов при обучении;

3) обеспечение вариативности при учете индивидуальных особенностей студентов;

4) обеспечение гибкости и управляемости образовательным процессом;

5) использование нестандартных традиционных условий, методов и средств;

6) использование адекватных активных педагогических технологий;

- 7) задействование эмоций и чувств (при формировании мотивации к обучению);
- 8) обеспечение открытости;
- 9) обеспечение состязательности и конкуренции;
- 10) обеспечение многоуровневости и многоэтапности обучения;
- 11) обеспечение преемственности обучения;
- 12) обеспечение массовости участия и др.

В соответствии с определением СОС и сформулированными требованиями структура СОС включает концептуально-целевой, структурный, организационно-содержательный, деятельностно-технологический и рефлексивно-оценочный компоненты. Такая структура отражает условия ее реализации – организацию и проведение фестиваля «Студенческая молодежь – науке» и сопутствующих ему мероприятий, а также их единство с целостным образовательным процессом университета (рис. 1).

Концептуально-целевой компонент модели СОС содержит совокупность основной и дополнительных целей исследования, задачи их достижения и отражает концептуальный механизм их реализации в виде использования высокого потенциала, заложенного в таком личностном качестве обучающихся, как состязательность.

Структурный компонент, как и в предыдущих наших исследованиях [6], состоит:

- 1) из субъектов (обучаемых конкурсантов-студентов и различных их объединений – групп, микрогрупп, команд и др., с одной стороны, и обучающихся и воспитывающих – преподавателей, групп-команд преподавателей с другими организаторами СОС, с другой);
- 2) объектов – высокой мотивации к освоению ИИД и творческого потенциала, компонентов КИИД;
- 3) инфраструктуры – в виде помещений для реализации СОС, профессионального и научного оборудования и высокотехнологичных средств обучения;
- 4) инструментария – методов и технологий обучения.

Организационно-содержательный компонент отражает содержание методик формирования КИИД, реализуемых в СОС в виде различных организационных форм: всероссийских и международных научных студенческих конкурсов, включая всероссийский конкурс новаторских и инновационных идей, всероссийских студенческих олимпиад (ВСО), научных конференций и летних школ и других научных мероприятий. Его субстратом является конкурсная триада «подготовка – выступление– анализ с рефлексией (ПВА)», отмеченная на рис. 1 трехъярусными стрелками.

Реализация модели завершается *рефлексивно-оценочным* компонентом, в рамках которого осуществляется постоянный мониторинг уровня



Рис. 1. Модель конкурентной образовательной среды
 Fig. 1. Model of a competitive educational environment

готовности участников к выступлению, результатов их выступления и их корреляция с эффективностью формирования КИИД, на основании чего модернизируются существующие и разрабатываются новые методы обучения, конкретизируются и уточняются системы конкурсных заданий и др.

Методика обучения в состязательной образовательной среде

Рассмотрим, как вышеописанная модель реализуется в рамках деятельностного компонента среды в форме всероссийского научного фестиваля, включающего:

- 1) заключительный этап ВСО образовательных организаций высшего образования по агроинженерии;
- 2) всероссийский студенческий конкурс новаторских и инновационных идей;
- 3) всероссийский научно-методический семинар «Реализация научно-методических подходов к обучению инновационной инженерной деятельности студентов в научно-исследовательской образовательной среде»;
- 4) повышение квалификации преподавателей по различным программам дополнительного образования.

Методика обучения в состязательной образовательной среде алгоритмизирована нами с учетом модели СОС в виде 20 этапов ее реализации и представлена организационно-содержательной моделью с указанием достигаемых дидактических результатов (табл. 1).

Таблица 1

Организационно-содержательная модель реализации среды

Table 1

Organisational and meaningful model of environment implementation

Регламент		Название и содержание мероприятия	Достижимые дидактические и организационные результаты
День	Этапы		
1	1	Заседание оргкомитета. Выбор руководящих органов и др.	Обсуждение и утверждение модели реализации фестиваля. ПКП
	2	Анкетирование и опрос студентов и преподавателей	Выявление уровня владения знаниями и информационными компонентами компетентности. ПКП
	3	Тестирование студентов	ПКП
	4	Экскурсии по ВТНИЛ института и университета	Изучение инструментария, инфраструктуры и условий ОС,
	5	Экскурсии по университету и др.	обмен научно-исследовательскими и научно-методическими знаниями. ПКП
	6	Целевые культурно-спортивные мероприятия	

Регламент		Название и содержание мероприятия	Достижимые дидактические и организационные результаты
День	Этапы		
2	7	Утверждение конкурсного задания теоретического этапа ВСО (6 задач)	Экспертиза системы заданий на соответствие уровню ВСО. ПКП
	8	Выполнение конкурсного задания теоретического этапа ВСО	Мониторинг владения знаниевым компонентом КИИД. ПКП
	9	Проведение методического семинара (преподаватели)	Интерактивное участие в мероприятии. ПКП
	10	Проверка выполнения конкурсного задания теоретического этапа (члены жюри – преподаватели)	Актуализация и реализация методики выступления участников, оценки сбалансированности задания, анализа выполнения теоретического этапа конкурса. ПКП
	11	Предварительное подведение итогов теоретического этапа	
	12	Экскурсия на высокотехнологичное предприятие отрасли (АПК).	Изучение инструментария, инфраструктуры и условий ОС. ПКП
3	13.	Викторина (игровая экспресс-форма проведения профессионального конкурса)	Экспресс-анализ активности, беглости и полноты владения знаниевым компонентом. ПКП
	14.	Выполнение конкурсного задания практического этапа ВСО – 4 задания (обучающиеся)	Мониторинг владения знаниевым, деятельностным и психологическим компонентами. ПКП
	15.	Экспертная оценка выполнения задания практического этапа ВСО	Выявление уровня владения знаниевым, деятельностным и психологическим компонентами КИИД. ПКП
	16.	Окончательное подведение итогов проведения ВСО	
	17.	Мастер-классы по использованию высокотехнологичного оборудования	Интерактивное обсуждение выступающих, обучение владению высокотехнологичными практиками анализа и синтеза технических систем АПК. ПКП
4	18.	Проведение конкурса новаторских и инновационных идей	Мониторинг владения КИИД. ПКП
	19.	Экспертиза докладов и подведение итогов конкурса ВКНиИИ	Формирование мотивационного компонента КИИД, рефлексия и релаксация. ПКП
	20.	Заключительное совещание – подведение общих итогов работы фестиваля и награждение	

Наиболее значимыми в ней мероприятиями, несущими наибольший обучающий, воспитывающий и формирующий эффекты, являются олимпиада и конкурс новаторских и инновационных идей. Олимпиада, традиционно проводится в соответствии с разработанной авторами методикой [6, 52], частично отраженной в табл. 1, в 4 этапа: 1) тестирование; 2) выполнение теоретического конкурсного кейс-задания, состоящего из 6 творческих задач по основным профессиональным дисциплинам учебного плана направления подготовки «Агроинженерия»; 3) выполнение профессионально-практического конкурсного задания, включающего 4 творческих кейс-упражнения; 4) викторина.

Важное место в ней занимает конкурсное задание – *проблемное творческое кейс-задание, при реализации которого преобразуется логическая форма фундаментальных, естественно-технических и профессиональных знаний в деятельностьную форму продуктивной активности, представленную конечным результатом – учебным инновационным продуктом – и направленную на формирование заявленных компетенций.* Оно разрабатывается в соответствии с установленными дидактическими требованиями методики, утверждается учебно-методическим управлением соответствующего направления подготовки ФГОС ВО [52]. Тем не менее это задание является в определенном смысле навязанным участникам извне, чего нельзя сказать о тематике и содержании проектов, подготовленных ими для конкурса новаторских и инновационных идей, которые являются результатом их самостоятельного выбора и инновационной деятельности, реализуемой в рамках СОС.

Особое внимание в методике уделено формированию компетентности в инновационной инженерной деятельности как системному владению субъектом соответствующими компетенциями (в предыдущих наших исследованиях было выявлено 15 таких компетенций [6, 9]), т. е. умению действовать при помощи них с включением его личностного отношения к ним, предмету и способу деятельности и готовностью актуализировать свои способности. В нашем случае – это владение ИИД, для осуществления которой, субъекту необходима, прежде всего мотивация – побуждения, вызывающие его активность в инновационной деятельности (см. рис. 2).

В качестве этих побуждений выступают такие ее компоненты, как потребность – состояние недостатка в чем-либо; мотив – осознание необходимости преобразования предметной действительности для улучшения собственной жизнедеятельности; интерес – побудительный механизм познания и деятельности для более глубокого ознакомления с новой для субъекта информацией в инновационной деятельности для ее преобразования в соответствии со своими потребностями, представлениями,

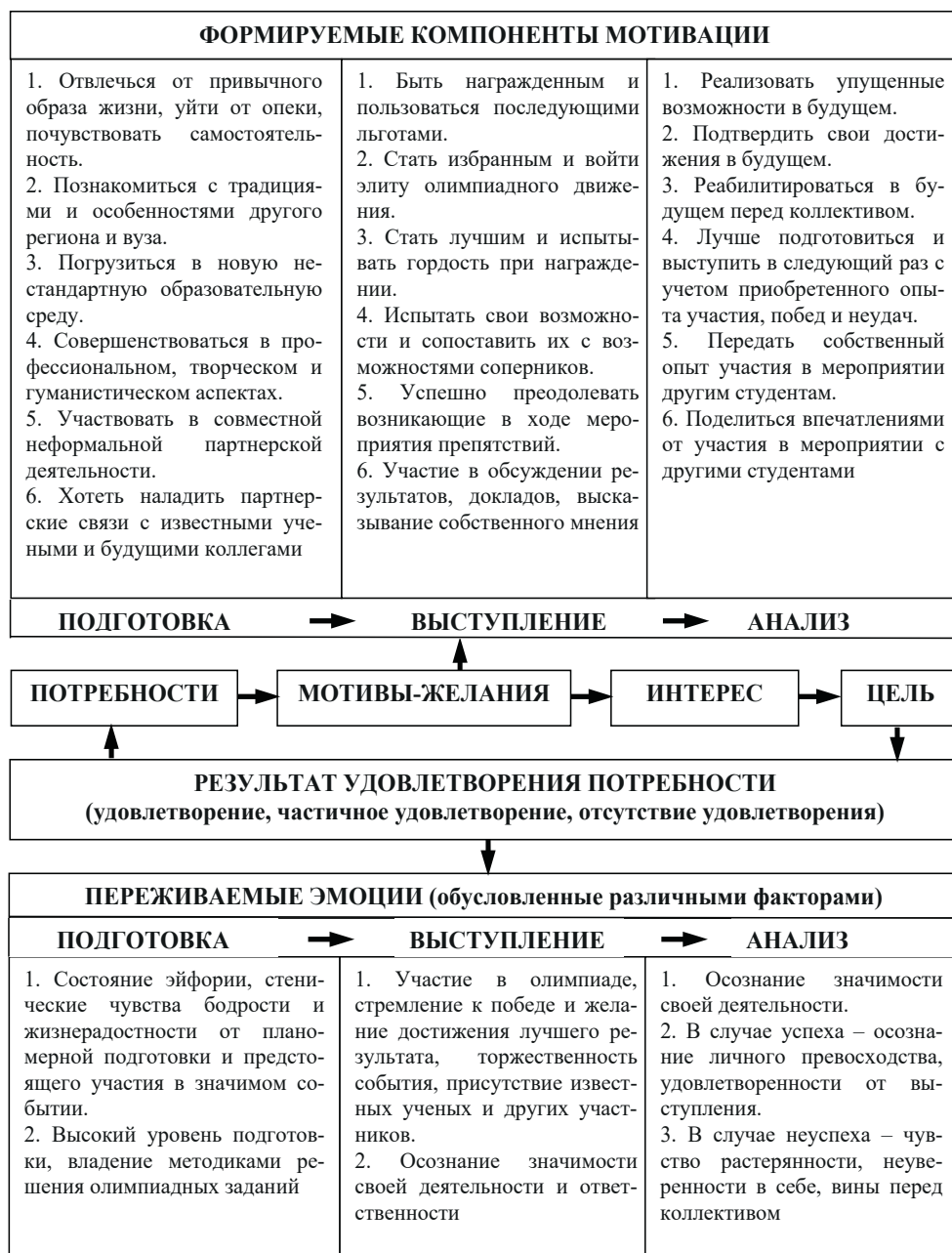


Рис. 2. Психолого-поведенческие особенности студентов

Fig. 2. Psychological and behavioural characteristics of students

целями (рис. 2). Поэтому из указанных во введении пяти компонентов компетентности в инновационной деятельности рассмотрим подробно формирование именно мотивационного компонента на основе анализа психолого-поведенческих особенностей студентов при реализации метода состязания в контексте ее основного субстрата (подготовка – выступление – анализ).

Результат выступления студентов в олимпиаде (как в личном, так и в командном первенстве) является интегральной оценкой уровня владения ими требуемыми компетенциями, с одной стороны, и состоянием образовательного процесса в вузах – с другой, что усиливает у них чувство ответственности за результаты участия перед коллективом. Так как к участию в рассматриваемом заключительном туре ВСО допускаются только студенты, прошедшие отборочные туры, то в соответствии с теорией потребности достижения для большинства из них наибольшим стимулом являются равновероятностные условия успеха.

На рис. 2 представлены также выявленные в ходе исследования основные эмоции, переживаемые конкурсантами на каждом этапе конкурсного субстрата, обусловленные их участием в различных мероприятиях СОС и формируемые в соответствии с ними компоненты мотивации (желания), определяющие в целом мотивацию к овладению ИИД и представляющие ее структуру.

Обсуждение

Одним из важных результатов разработки и последовательной реализации единого образовательного пространства обучения ИИД на основе всесторонней многоуровневой и многоэтапной интеграции основных компонентов инженерной подготовки, представляющего иерархическую систему образовательных сред [6, 9], стало создание состязательной образовательной среды, представленной ежегодно организуемым в МГУ им. Н. П. Огарева и подробно описанным в настоящей статье всероссийским научным фестивалем «Студенческая молодежь – науке», а также гармонично вписавшимися в нее ежегодно проводимыми: 1) предшествующим фестивалю вторым туром ВСО по агроинженерии в Тверской государственной сельскохозяйственной академии; 2) последующей студенческой международной олимпиадой по агроинженерным направлениям подготовки в Самарском государственном аграрном университете. Объединяющим началом у перечисленных мероприятий являются: 1) цель – подготовка к ИИД специалистов в области агроинженерии; 2) корпоративная

солидарность будущих агроинженеров; 3) удовлетворение всем выше сформулированным 12 требованиям, предъявляемым к СОС; 4) единая методика постоянного мониторинга ее функционирования; 5) методы обучения, основанные на использовании педагогики сотрудничества при обучении в команде, в условиях состязания, в которых групповые цели достигаются в результате самостоятельной работы над проблемной ситуацией каждого члена группы в постоянном взаимодействии с другими членами этой группы, а состязание обуславливает возникновение конструктивной конфликтной ситуации в коллективе, что является дополнительным источником позитивных эмоций от радости победы, открытия нового, лично значимого.

Эта среда полностью вписывается в рамки сложившихся представлений об образовательных средах [1–2] и олимпиадной образовательной среды [5–6], ее определение включает цель, средства и методы ее достижения, а также структуру. Сформулированные требования, предъявляемые к СОС, адекватны требованиям А. И. Попова и Н. П. Пучкова [6] к спроектированной и реализованной ими среды, требованиям других авторов [2, 5, 47]. Что касается структуры среды, предложенной нами (рис. 1), то она не противоречит существующим моделям образовательных сред [1–3] и обобщенной модели В. А. Ясвина [37], в которой он выделяет пространственно-предметный (инфраструктурный), социальный (субъектный) и психолого-дидактический (деятельностно-предметный) компоненты. Наиболее близка к рассматриваемой нами проблеме вышеупомянутая олимпиадная среда [5], ее структуру авторы представили отдельными моделями, но без описания ее компонентов и указания их взаимосвязи. Мы посчитали целесообразным сохранить в предлагаемой модели разработанную в работе авторов [6] структуру инновационно ориентированной олимпиадной образовательной среды, являющуюся детализацией описанных выше структур, адекватную сложившейся структуре методической системы и включающую пять компонентов.

Все перечисленные в модели (рис. 1) организационные формы реализации среды имеют одну психологическую подоплеку – высокую личную мотивацию участников за счет наличия конкуренции, духа состязательности-соревновательности и соперничества. Подтверждение этому находимо в работах [6, 53], где отмечается, что в реальной профессиональной деятельности невозможно избежать ни конкуренции, ни соперничества, ни борьбы, и для успешного функционирования в этих условиях необходимо обладать особыми личностными качествами, мотивирующими реализуемую деятельность. На это также указывали Чарльз Дарвин и Томас Гоббс [53],

считавшие, что эти факторы составляют основу развития человека и его социализации. Однако следует заметить, что если понятия состязание и соревнование являются синонимами и в соревновании соперник – не враг, как в конкуренции, а внешний стимул, повышающий эффективность деятельности [41, 42, 53], то конкуренция – более агрессивный метод соперничества, могущий закончиться полным крахом противоборствующих сторон. Кроме того, соревнование в отличие от конкуренции является искусственно разработанным способом достижения поставленной цели в результате борьбы за превосходство в чем-либо, и проигрыш в нем не является фатальным событием для участника¹. По Б. М. Бим-Баду², *соревнование* – это прежде всего метод организации и воспитания коллектива, мобилирующий весь его потенциал на повышение производительности, продуктивности и организованности деятельности за счет ее сравнения, оценки и сопоставления с деятельностью других коллективов. В педагогике *соревнование* рассматривается как метод воспитания, направленный на формирование личностных качеств для реализации в социуме за счет возбуждения духа соперничества и стремления к первенству, как метод педагогического воздействия и как средство, путем применения которого организуются разнообразные виды деятельности обучающихся за счет сравнения свойств характера, объемов той или иной деятельности, степени развитости определенного навыка, учета результатов проделанной работы^{3, 4}. Следует отметить, что этот метод неявно присутствует во всех видах и формах обучения не только в образовательных средах, но и в образовательном процессе в целом.

При использовании этого метода необходимо учитывать как его высокую эффективность, так и повышенную психологическую травмоопасность, обусловленную тем, что переживаемое чувство неуспеха может вызывать фрустрацию, способствовать формированию и закреплению мотивации избегания неудач даже в таких конкурсных условиях, как предварительный отбор заведомо подготовленных студентов. Кроме того, следует также обращать внимание на ситуационные воздействия, обуслов-

¹Толковый словарь Ушакова [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ushakov/1035882>. (дата обращения: 22.07.2020).

²Педагогический энциклопедический словарь / Гл. ред. Б. М. Бим-Бад. Москва: Большая российская энциклопедия, 2002. 527 с.

³Соревновательность. Студми. Учебные материалы для студентов (info[at]studme.org) © 2013–2020 [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://studme.org/278220/pedagogika/sorevnovatelnost> (дата обращения: 20.06.2020).

⁴Метод соревнования в педагогике [Электрон. ресурс]. Режим доступа: https://spravochnick.ru/pedagogika/metod_sorevnovaniya_v_pedagogike (дата обращения: 20.06.2020).

ленные зависимостью вероятности успеха от трудности задания и уровня подготовки соперников. В частности, в соответствии с теорией потребности достижения [54] для студентов, как и для спортсменов, достигших значительных успехов, наибольшим стимулом участия в мероприятии являются равновероятные условия успеха (трудное, но посильное конкурсное задание), соперничество с сильными участниками и, наоборот, недостаточно успешные студенты, предпочитают легкие задания сложным с гарантированным успехом или чрезмерно трудным, заранее обрекая себя на неудачу в выступлении.

Предложенная среда, во-первых, гармонично интегрируется в образовательное пространство университета за счет своей гибкости и вариативности реализации, управляется системой заданий с многоуровневой структурой. Она является уникальным полигоном отработки новых методов обучения и педагогических технологий за счет возможности моделирования различных образовательных ситуаций, включая стрессовые и психологически опасные, которым нет места в учебном процессе, но которые встречаются в реальной профессиональной деятельности.

Во-вторых, ее отличает высокая психологическая комфортность для участников, т. к. она является естественной для них, и они оказываются в ней добровольно, высокомотивированы на участие, переживают там яркие волнующие их эмоции, что подтверждается их стремлением к многократному участию в этих мероприятиях (до 50 % ежегодных участников составляют студенты, участвовавшие в фестивале не единожды, практически 100 % преподавателей-руководителей иногородних команд – постоянные члены жюри и около их трети – это бывшие студенты-участники).

В-третьих, в такой образовательной среде успешно формируется и КИИД, подтверждением этому являются данные табл. 2, где представлены результаты формирования 15 компетенций, владение которыми определяет в целом компетентность студента в ИИД, а также следующие количественные показатели ее реализации в МГУ им. Н. П. Огарева:

- 1) подготовлено 13 лауреатов премии Президента Российской Федерации по программе поддержки талантливой молодежи;
- 2) свыше 50 студентов стали победителями и призерами заключительного этапа ВСО по агроинженерии и международной студенческой олимпиады по агроинженерным направлениям подготовки;
- 3) свыше 30 человек – лауреатами международных и всероссийских конкурсов.

Все они входят в когорту молодых ученых университета и ведущих специалистов АПК Республики Мордовия и РФ.

Таблица 2

Компетенции КИИД, формируемые на этапах фестиваля

Table 2

Innovation Engineering Competencies formed at the stages of the festival

Компетенции, определяющие КИИД		Этапы фестиваля				
		1	2	3	4	5
1.	Способность осваивать готовые решения, новую технику и технологии		+	+	+	+
2.	Способность определять условия конкуренции	+				+
3.	Готовность работать в команде	+	+	+	+	+
4.	Способность использовать инструментальные средства для решения прикладных инженерно-технических и технико-экономических задач		+	+	+	+
5.	Владение знаниями	+	+	+	+	+
6.	Способность разрабатывать компьютерные модели исследуемых процессов и систем		+		+	+
7.	Способность ставить задачу		+			+
8.	Способность синтезировать решение, изобретать		+	+	+	+
9.	Способность проектировать					+
10.	Способность разрабатывать проекты реализации инноваций с использованием теории решения нестандартных инженерных задач					+
11.	Способность конструктивно мыслить, анализировать и синтезировать для принятия оптимального решения		+	+	+	+
12.	Способность изготавливать материальные инновационные продукты с использованием высоких технологий					+
13.	Способность оперативно принимать решение и готовность нести за него ответственность	+	+	+	+	+
14.	Способность представлять решение в конечном виде		+	+	+	+
15.	Способность определять тенденции развития объекта					+

Примечания: знаком «+» отмечено влияние этапа на формировании КИИД; в столбце «Этапы фестиваля» номерами соответственно обозначены: 1 – тестирование; 2 – выполнение теоретического конкурсного задания-кейса; 3 – викторина; 4 – выполнение профессионально-практического конкурсного задания; 5 – участие в конкурсе новаторских и инновационных идей.

Заключение

В теории и практике развития инженерного образования накоплен положительный опыт работы по подготовке студентов к ИИД, для его успешной реализации создаются особые условия, разрабатываются инструментарий и инфраструктура, интегрированные в определенную модель образовательной среды. Особый интерес среди них представляет модель олимпиадной образовательной среды, позволяющая с большой эффективностью формировать основные компоненты КИИД за счет возможности моделирования в ней различных педагогико-психологических условий инновационной инженерной деятельности. Однако при ее разработке и реализации недостаточно полно исследован и использован для формирования мотивации к овладению ИИД потенциал метода и принципа состязательности. В связи с этим авторами была создана и реализована состязательная образовательная среда как система формирования КИИД на основе вовлечения ее участников во все основные этапы моделируемой в ней ИИД и повышенной мотивации к овладению этой деятельностью за счет обеспечения условий состязательности и конкуренции, включающая взаимодействующие субъекты и объекты образовательной деятельности и имеющая многокомпонентную структуру (концептуально-целевой, структурный, организационно-содержательный, деятельностно-технологический и рефлексивно-оценочный компоненты). При ее разработке особое внимание было обращено проектированию моделей организационных форм ее реализации, общим для которых является высокая личная мотивация участников за счет наличия конкуренции, духа состязательности и соперничества. В связи с этим были конкретизированы и адаптированы к ее условиям понятия «состязательность», «метод состязания (соревнования)», «принцип состязательности». Методика обучения в этой среде алгоритмизирована с учетом ее модели в виде 20 этапов ее реализации в форме ежегодно проводимого авторами всероссийского научного фестиваля «Студенческая молодежь – науке» и представлена организационно-содержательной моделью с указанием достигаемых дидактических результатов. Сформулировано определение конкурсного задания как мини-проблемы, при разрешении которой преобразуется логическая форма фундаментальных, естественно-технических и профессиональных знаний в деятельностную форму продуктивной активности, представленную конечным результатом – учебным инновационным продуктом – и направленную на формирование заявленных компетенций. Описанная состязательная образовательная среда является универсальным и эффективным обучающим, контрольно-диагностирующим и рефлексивным средством, постоянный мониторинг результатов выступления студентов с последующим анализом в которой позволяет судить о ее высокой эффективности для подготовки их к ИИД и подтверждает

гипотезу исследования о высоком потенциале, заложенном в естественном для человека личностном качестве состязательности.

Рассмотрены основные аспекты формирования у студентов мотивационного компонента КИИД при обучении в СОС, на основе анализа их психолого-поведенческих особенностей реализации метода состязания, в контексте ее основного субстрата (подготовка – выступление – анализ с рефлексией). Выявлена его структура как совокупность побуждений, вызывающих активность личности в ИИД определяемых не только предоставленными в ней уникальными возможностями реализовать каждому ее участнику естественное личностное качество – состязательность, но и другими мотивами, обусловленными переживаемыми ими эмоциями на этапах конкурсного субстрата. Это составляет научную значимость выполненного исследования.

Практическую значимость работы определяют:

- 1) актуализированная методологическая система исследования проблем подготовки студентов к ИИД;
- 2) методика организации и проведения научного фестиваля и всех сопутствующих ему мероприятий;
- 3) методика обучения ИИД в СОС на основе вовлечения студентов во все этапы моделируемой в ней ИИД и повышенной мотивации к овладению этой деятельностью за счет обеспечения состязательности и конкурентности;
- 4) методологическое и методическое обеспечение функционирования среды.

Полученные практические результаты широко используются в различных вузах РФ и других государствах.

Результаты выполненных исследований должны стать важным основанием для дальнейшей работы по повышению эффективности подготовки студентов к инновационной деятельности за счет их интеграции в существующие и будущие исследования по рассматриваемой проблеме, в частности разработки новой научной концепции формирования инновационного мышления у студентов технических университетов. Полученные результаты будут полезны ученым, занимающимся проблемой повышения эффективности подготовки студентов технических университетов к инновационной инженерной деятельности.

Список использованных источников

1. Журавлева С. В. Исторический обзор становления понятия «образовательная среда» в педагогической науке // Научное обозрение. Педагогические науки. 2016. № 3. С. 48–56.
2. Kukhta M., Homushku O., Kornienko M., Kutsenko L. Experience of Integrating Humanities and natural sciences into the educational environment // Procedia – Social and Behavioral Sciences. 2015 Vol. 206. P. 369–373. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.10.067> (date of access: 15.01.2021).

3. Осипов П. Н. Единство воспитания и самовоспитания как основа подготовки конкурентоспособных специалистов // *Образование и саморазвитие*. 2012. Т. 4. № 32. С. 3–8.

4. Nowotarski P., Pasławski J., Pluciński Ł. Scientific association knowledge improvement activities in construction technology management field // *Procedia Engineering*. 2017. Nov; 208: 106–113. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.11.027> (date of access: 15.01.2021).

5. Пучков Н. П., Попов А. И. К вопросу проектирования образовательной среды вуза, ориентированной на формирование творческих компетенций выпускников // *Вестник ТГТУ. Инженерная педагогика*. 2008. Т. 14. № 4. С. 988–1001.

6. Наумкин Н. И. Методика обучения студентов инновационной инженерной деятельности в олимпиадной среде // *Вектор науки ТГУ. Серия: Педагогика, психология*. 2020. № 2. С. 13–19.

7. Wilczyński P. L. A comparison of the general knowledge and skills displayed by students participating in international geopolitical competitions // *Education Sciences*. 2020. Vol. 10 (9), № 0255. P. 1–12. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85091393361&doi=10.3390%2feducsci10090255&partnerID=40&md5=53f0e35a14716dfc534d1be837740f4f> (date of access: 15.01.2021).

8. Kangas M., Siklander P., Randolph J., Ruokamo H., Teachers' engagement and students' satisfaction with a playful learning environment // *Teaching and Teacher Education*. 2017. Vol. 63. P. 274–284. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.12.018> (date of access: 15.01.2021).

9. Наумкин Н. И., Шекшаева Н. Н., Квитко С. И., Ломаткина М. В., Купряшкин В. Ф., Коровина И. В. Разработка педагогической модели многоуровневой и поэтапной подготовки студентов к инновационной инженерной деятельности // *Интеграция образования*. 2019. Т. 23, № 4. С. 568–586.

10. Aichouni M., Touahmia M., Al-Ghamdi A., Ait-Messaoudene N., Al-Hamali R. M., Al-Ghonamy A., Al-Badawi E. Creativity and innovation among gifted Saudi students – an empirical study // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2015. Vol. 195. P. 1371–1379. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.403> (date of access: 15.01.2021).

11. Scuotto V., Shukla S. J. Being innovator or 'imovator': Current dilemma? // *Journal of the Knowledge Economy*. 2018. Vol. 9, Iss. 1. P. 212–227. Available from: <https://doi.org/10.1007/s13132-015-0336-6> (date of access: 15.01.2021).

12. Craft A., Hall E., Costello R. Passion: Engine of creative teaching in an English university? // *Thinking Skills and Creativity*. 2011. Vol. 13. P. 91–105. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2014.03.003> (date of access: 15.01.2021).

13. Huang X., Lee J. C. Disclosing Hong Kong teacher beliefs regarding creative teaching: Five different perspectives // *Thinking Skills and Creativity*. 2015. Vol. 15. P. 37–47. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2014.11.003> (date of access: 15.01.2021).

14. Al-Hammouri M. M., Rababah J. A., Rowland M. L., Tetreault A. S., Aldalaykeh M. Does a novel teaching approach work? A Students' perspective // *Nurse Education Today*. 2020. № 85. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85074996726&doi=10.1016%2fj.nedt.2019.104229&partnerID=40&md5=94658d11c4e096affa40170b03fcf210> (date of access: 15.01.2021).

15. Kwon J. E., Woo H. R. The impact of flipped learning on cooperative and competitive mindsets // *Sustainability (Switzerland)*. 2017. № 10 (1). Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85039762972&doi=10.3390%2fsu10010079&partnerID=40&md5=ebd6dfacd359d13776ae9182e0809aa7> (date of access: 15.01.2021).

16. Агранович Б. А., Чудинов В. Н. Системное проектирование содержания подготовки инженеров в области высоких технологий // Инженерное образование. 2003. № 1. С. 32–38.

17. Janssen A., Shaw T., Goodyear P., Kerfoot B. P., Bryce D. A little healthy competition: Using mixed methods to pilot a team-based digital game for boosting medical student engagement with anatomy and histology content // BMC Medical Education. 2015. № 15 (1). Available from: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84944060061&doi=10.1186%2fs12909-015-0455-6&origin=inward&txGid=161e2a01221f65d759dad7d693716b16> (date of access: 15.01.2021).

18. Barbosa M. W., de Ávila Rodrigues C. Project Portfolio Management teaching: Contributions of a gamified approach // The International Journal of Management Education. 2020. Vol. 18, Iss. 2. Article number 100388. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2020.100388> (date of access: 15.01.2021).

19. Lycko M., Galanakis K. Student consultancy projects playbook: Learning outcomes and a framework for teaching practice in an international entrepreneurial context // The International Journal of Management Education. 2019. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2019.02.005> (date of access: 15.01.2021).

20. Шишелова Т. И. Результативность метода сквозного проектирования на кафедре физики ИрНТУ [Электрон. ресурс] // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 2. Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=27533> (дата обращения: 15.01.2021).

21. Ayob A., Majid R. A., Hussain A., Mustaffa, M. M. Creativity enhancement through experiential learning // Advances in Natural and Applied Sciences. 2012. № 6 (2). P. 94–99. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84860853362&partnerID=40&md5=de68bcf1e9576b8ca5545ad4d0fa6b91> (date of access: 15.01.2021).

22. Gerritsen-van Leeuwenkamp K. J., Desirée Joosten-ten B., Liesbeth K. Students' perceptions of assessment quality related to their learning approaches and learning outcomes // Studies in Educational Evaluation. 2019. Vol. 63. P. 72–82. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2019.07.005> (date of access: 15.01.2021).

23. Stolbova I. D., Gitman Y., Ovchinnikov A. A. Integration of content and technologies of teaching within framework of geometrical-graphic training of students // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. № 451 (1). Available from: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/451/1/012117> (date of access: 15.01.2021).

24. Wu T. Exploration and practice of talent training mode of mechanical and electrical specialty under the background of engineering education // IPPTA: Quarterly Journal of Indian Pulp and Paper Technical Association. 2018. Vol. 30 (4). P. 444–450. Available from: https://www.researchgate.net/publication/329488795_Exploration_and_practice_of_talent_training_mode_of_mechanical_and_electrical_specialty_under_the_background_of_engineering_education (date of access: 15.01.2021).

25. Hmina K., Sallaou M., Arbaoui A., Lasri L. A preliminary design innovation aid methodology based on energy analysis and TRIZ tools exploitation // International Journal on Interactive Design and Manufacturing. 2018. Vol. 12 (3). P. 919–928. Available from: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85041208889&origin=resultslist&sort=plf-f&cite=2-s2.0-85041208889&src=s&imp=t&sid=114136c6e0a572ccec9205f255829d6&sort=cite&sl=0> (date of access: 15.01.2021).

26. Дубова И. В., Саначева Г. С., Рябов О. Н. Введение в инженерное дело при подготовке бакалавров направления металлургия в идеологии CDIO [Электрон. ресурс] //

Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=15028> (дата обращения: 15.01.2021).

27. Валишева А. Г. Этапы формирования способов выполнения проектно-конструкторской деятельности у бакалавров при обучении физике [Электрон. ресурс] // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 6. Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28354> (дата обращения: 15.01.2021).

28. Guojin C. Study and practice on training scheme of university students' entrepreneurship ability // Communications in Computer and Information Science, 233 CCIS (PART 3). 2011. P. 299–304. Available from: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-24010-2_41 (date of access: 15.01.2021).

29. Мелединек А., Приходько В. М., Жураковский В. М., Федоров И. В., Борисевич В. В., Ипполитова Г. К. Сотрудничество ВТШ России с Международным обществом по инженерной педагогике // Инженерная педагогика. 2007. № 2. С. 53–59.

30. Приходько В. М., Соловьев А. Н. IGIP и тенденции инженерной педагогики в России и в мире // Высшее образование в России. 2013. № 6. С. 26–32.

31. Казакова К. С. Образовательная среда: Основные исследовательские подходы // Труды Кольского научного центра РАН. 2011. № 6. С. 65–71.

32. Abualrub I., Karseth B., Stensaker B. The various understandings of learning environment in higher education and its quality implications // Quality in Higher Education. 2013 Vol. 19, № 1. P. 90–110. Available from: <https://www.uv.uio.no/english/research/groups/hedwork/Publications/2013/Abualrub-Karseth-Stensaker-2013.html> (date of access: 15.01.2021).

33. MacKechnie J. R., Buchanan A. H. Creative laboratory model for large undergraduate engineering classes // Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice. 2012. № 138 (1). P. 55–61. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84860110048&doi=10.1061%2F%28ASCE%29EI.1943-5541.0000081&partnerID=40&md5=fd5049179a96756f328b73518828b6b0> (date of access: 15.01.2021).

34. Atanasijević-Kunc M., Logar V., Karba R., Papič M., Kos A. Remote multivariable control design using a competition game // IEEE Transactions on Education. 2011. № 54 (1). P. 97–103. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-79551650540&doi=10.1109%2FTE.2010.2046489&partnerID=40&md5=d251ffe0119bef782ebab-3b32a8f0b7> (date of access: 15.01.2021).

35. Зиятдинова Ю. Н. Инновационная образовательная среда исследовательского университета [Электрон. ресурс] // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 3. Режим доступа: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=20087> (дата обращения: 15.01.2021).

36. Тумалева Е. А., Эхов С. Ф. Теоретические основы формирования и развития научно-образовательной среды современного университета [Электрон. ресурс] // Письма в эмиссия. Оффлайн: Электронный научный журнал. 2013. № 5. Режим доступа: <http://www.emissia.org/offline/2013/2003.htm> (дата обращения: 15.01.2021).

37. Ясвин В. А. Школьная среда как предмет измерения: экспертиза, проектирование, управление. Москва: Народное образование, 2019. 448 с.

38. Kartashova A., Shirko T., Khomenko I., Naumova L. Educational activity of national research universities as a basis for integration of science, education and industry in regional research and educational complexes // Procedia – Social and Behavioral Sciences. 2015. Vol. 2143. P. 619–627. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.768> (date of access: 15.01.2021).

39. Kwon J. E., Woo H. R. The impact of flipped learning on cooperative and competitive mindsets // *Sustainability* (Switzerland). 2017. № 10 (1). Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85039762972&doi=10.3390%2fsu10010079&partnerID=40&md5=ebd6dfacd359d13776ae9182e0809aa7> (date of access: 15.01.2021).
40. Golitsyna I. Educational Process in Electronic Information-educational Environment // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2017. Vol. 237. P. 939–944. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2017.02.132> (date of access: 15.01.2021).
41. Шафранов-Куцев Г. Ф., Ефимова Г. З. Место системы профессионального образования в формировании конкурентоспособности выпускников // *Образование и наука*. 2019. № 21 (4). С. 139–161.
42. Dover P. A., Manwani S., Munn D. Creating learning solutions for executive education programs // *The International Journal of Management Education*. 2018. Vol. 16, Iss. 1. P. 80–91. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2017.12.002> (date of access: 15.01.2021).
43. Wilczyński P. L. A comparison of the general knowledge and skills displayed by students participating in international geopolitical competitions // *Education Sciences*. 2020. № 10 (9). P. 1–12. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85091393361&doi=10.3390%2feducsci10090255&partnerID=40&md5=53f0e35a14716dfc534d1be837740f4f> (date of access: 15.01.2021).
44. Herrera-Limonés R., Rey-Pérez J., Hernández-Valencia M., Roa-Fernández J. Student competitions as a learning method with a sustainable focus in higher education: The University of Seville “Aura Projects” in the “Solar Decathlon 2019” // *Sustainability* (Switzerland). 2020. № 12 (4). Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85081208384&doi=10.3390%2fsu12041634&partnerID=40&md5=88533b0f6f100fb908eb9d-d417aa4073> (date of access: 15.01.2021).
45. Szyliowicz D., Green T. G. Making strategy “Real”: Using reality television for innovating teaching approaches // *The International Journal of Management Education*. № 2019. Vol. 17, Iss. 3. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2019.100304> (date of access: 15.01.2021).
46. Rodriguez Bernal C. M. Student-centred strategies to integrate theoretical knowledge into project development within architectural technology lecture-based modules // *Architectural Engineering and Design Management*. 2017. № 13 (3). P. 223–242. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84988411935&doi=10.1080%2f17452007.2016.1230535&partnerID=40&md5=7aec71903e743ade8afd460999c61020> (date of access: 15.01.2021).
47. Sekhavat Y. A. Collaboration or battle between minds? An attention training game through collaborative and competitive reinforcement // *Entertainment Computing*. 2020. Vol. 34. Article number. 100360. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2020.100360> (date of access: 15.01.2021).
48. Can M. H. An investigation of teacher’s use of e-learning in science olympiad in Russian schools // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2015. Vol. 191. P. 241–249. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.484> (date of access: 15.01.2021).
49. Van Hanh N. The real value of experiential learning project through contest in engineering design course: A descriptive study of students’ perspective // *International Journal of Mechanical Engineering Education*. 2020. № 48 (3). P. 221–240. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85058974353&doi=10.1P177%2f0306419018812659&partnerID=40&md5=59fdabef8b2b46ce5f1f2aec5528b786> (date of access: 15.01.2021).

50. Ye Q., Zhou Y. A new team-based teaching method in numerical calculation courses // *World Transactions on Engineering and Technology Education*. 2013. № 11 (2). P. 88–92. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84881502914&partnerID=40&md5=89a0aa245c2ec6b5062569bfdc4105cb> (date of access: 15.01.2021).

51. Наумкин Н. И., Шекшаева Н. Н. Методологическое обеспечение исследований по проблеме подготовки студентов к инновационной инженерной деятельности [Электрон. ресурс] // *Современные проблемы науки и образования*. 2019. № 5. Режим доступа: <http://www.science-education.ru/article/view?id=29159> (дата обращения: 15.01.2021).

52. Наумкин Н. И., Кильмяшкин Е. А., Купряшкин В. Ф. Научно-методические основы организации и проведения всероссийских студенческих конкурсов на примере конкурса по механизации сельского хозяйства. Саранск: Мордов. ун-т, 2013. 76 с.

53. Баранов В. В., Белоновская И. Д. Принцип состязательности (агональности) в формировании конкурентного ресурса студента [Электрон. ресурс] // *Современные проблемы науки и образования*. 2014. № 2. Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=12371> (дата обращения: 15.01.2021).

54. Анцупов А. Я., Шипилов А. И. [и др.]. *Словарь конфликтолога*. 2-е изд. Москва; Санкт-Петербург: Питер, 2006. 527 с.

References

1. Zhuravleva S. V. Historical overview of the formation of the concept of “Educational environment” in pedagogical science. *Naychnoe obozrenie. Pedagogicheskie nauki = Scientific Review. Pedagogical Sciences*. 2016; 3: 48–56. (In Russ.)

2. Kukhta M., Homushku O., Kornienko M., Kutsenko L. Experience of Integrating Humanities and natural sciences into the educational environment. *Procedia – Social and Behavioral Sci-ences* [Internet]. 2015 [cited 2021 Jan 15]; 206: 369–373. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.10.067>

3. Osipov P. N. Unity of education and self-education as the basis for training competitive specialists. *Obrazovaniye i samorazvitiye = Education and Self-Development*. 2012; 4 (32): 3–8. (In Russ.)

4. Nowotarski P., Pasławski J., Pluciński L. Scientific association knowledge improvement activities in construction technology management field. *Procedia Engineering* [Internet]. 2017 [cited 2021 Jan 15]; 208: 106–113. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.11.027>

5. Puchkov N. P., Popov A. I. On the issue of designing the educational environment of the university, focused on the formation of creative competencies of graduates. *Vestnik TGTU. Inge-nernay pedagogika = Bulletin of Tambov State Technical University. Engineering Pedagogy*. 2008; 4 (14): 988–1001. (In Russ.)

6. Naumkin N. I. Methods of teaching students innovative engineering activities in the Olympiad environment. *Vector nauki TGU. Seriya: Pedagogika, psichologiya = Science Vector of Togliatti State University. Series: Pedagogy, Psychology*. 2020; 2: 13–19. (In Russ.)

7. Wilczyński P. L. A comparison of the general knowledge and skills displayed by students participating in international geopolitical competitions. *Education Sciences* [Internet]. 2020 [cited 2021 Jan 15]; 10 (9): 1–12. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85091393361&doi=10.3390%2feducsci10090255&partnerID=40&md5=53f0e35a14716dfc534d1be837740f4f>

8. Kangas M., Siklander P., Randolph J., Ruokamo H., Teachers' engagement and students' satisfaction with a playful learning environment. *Teaching and Teacher Education* [Internet]. 2017 [cited 2021 Jan 15]; 63: 274–284. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.12.018>
9. Naumkin N. I., Shekshaeva N. N., Kvitko S. I., Lomatkina M. V., Kupryashkin V. F., Korovina I. V. Development of a pedagogical model of multilevel and phased training of students for innovative engineering activities. *Integracija obrazovanja = Integration of Education*. 2019; 4 (23): 568–586. (In Russ.)
10. Aichouni M., Touahmia M., Al-Ghamdi A., Ait-Messaoudene N., Al-Hamali R. M., Al-Ghonamy A., Al-Badawi E. Creativity and innovation among gifted Saudi students – an empirical study. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* [Internet]. 2015 [cited 2021 Jan 15]; 195 (3): 1371–1379. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.403>
11. Scuotto V., Shukla S. J. Being innovator or 'imovator': Current dilemma? *Journal of the Knowledge Economy* [Internet]. 2018 [cited 2021 Jan 15]; 9 (1): 212–227. Available from: <https://doi.org/10.1007/s13132-015-0336-6>
12. Craft A., Hall E., Costello R. Passion: Engine of creative teaching in an English university? *Thinking Skills Creativity*. 2014; 13: 91–105.
13. Huang X., Lee J. C. Disclosing Hong Kong teacher beliefs regarding creative teaching: Five different perspectives. *Thinking Skills and Creativity*. 2015; 15: 37–47.
14. Al-Hammouri M. M., Rababah J. A., Rowland M. L., Tetreault A. S., Aldalaykeh M. Does a novel teaching approach work? A Students' perspective. *Nurse Education Today* [Internet]. 2020 [cited 2021 Jan 15]; 85. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85074996726&doi=10.1016%2fj.nedt.2019.104229&partnerID=40&md5=94658d11c4e096affa40170b03fcf210>
15. Kwon J. E., Woo H. R. The impact of flipped learning on cooperative and competitive mindsets. *Sustainability* [Internet]. 2017 [cited 2021 Jan 15]; 10 (1). Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85039762972&doi=10.3390%2fsu10010079&partnerID=40&md5=ebd6dfacd359d13776ae9182e0809aa7>
16. Agranovich B. L., Chudinov V. N. System design of the content of training engineers in the field of high technologies. *Ingenernoe obrazovaniye = Engineering Education*. 2003; 1: 32–38. (In Russ.)
17. Janssen A., Shaw T., Goodyear P., Kerfoot B. P., Bryce D. A little healthy competition: Using mixed methods to pilot a team-based digital game for boosting medical student engagement with anatomy and histology content. *BMC Medical Education* [Internet]. 2015 [cited 2021 Jan 15]; 15 (1). Available from: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84944060061&doi=10.1186%2fs12909-015-0455-6&origin=inward&txGid=161e2a01221f65d759dad7d693716b16>
18. Barbosa M. W., de Ávila Rodrigues C. Project Portfolio Management teaching: Contributions of a gamified approach. *The International Journal of Management Education* [Internet]. 2020 [cited 2021 Jan 15]; 18 (2). Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2020.100388>
19. Lycko M., Galanakis K. Student consultancy projects playbook: Learning outcomes and a framework for teaching practice in an international entrepreneurial context. *International Journal of Educational Management* [Internet]. 2019 [cited 2021 Jan 15]. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2019.02.005>
20. Shishelova T. I. Efficiency of the end-to-end design method at the physics department of IrNITU. *Sovremennye problem nauki i obrazovaniya = Modern Problems of Science and*

Education [Internet]. 2018 [cited 2020 July 11]; 2. Available from: <https://science-education.ru/ru/article/view?pid=27533> (In Russ.)

21. Ayob A., Majid R. A., Hussain A., Mustaffa M. M. Creativity enhancement through experiential learning. *Advances in Natural and Applied Sciences* [Internet]. 2012 [cited 2021 Jan 15]; 6 (2): 94–99. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84860853362&partnerID=40&md5=de68bcf1e9576b8ca5545ad4d0fa6b91>

22. Gerritsen-van Leeuwenkamp K. J., Desirée Joosten-ten B., Liesbeth K. Students' perceptions of assessment quality related to their learning approaches and learning outcomes. *Studies in Educational Evaluation* [Internet]. 2019 [cited 2021 Jan 15]; 63: 72–82. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2019.07.005>

23. Stolbova I. D., Gitman Y., Ovchinnikov A. A. Integration of content and technologies of teaching within framework of geometrical-graphic training of students. In: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [Internet]. 2018 [cited 2021 Jan 15]; 451 (1). Available from: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/451/1/012117>

24. Wu T. Exploration and practice of talent training mode of mechanical and electrical specialty under the background of engineering education. *IPPTA: Quarterly Journal of Indian Pulp and Paper Technical Association* [Internet]. 2018 [cited 2021 Jan 15]; 30 (4): 444–450. Available from: https://www.researchgate.net/publication/329488795_Exploration_and_practice_of_talent_training_mode_of_mechanical_and_electrical_specialty_under_the_background_of_engineering_education

25. Hmina K., Sallaou M., Arbaoui A., Lasri L. A preliminary design innovation aid methodology based on energy analysis and TRIZ tools exploitation. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing* [Internet]. 2018 [cited 2021 Jan 15]; 12 (3): 919–928. Available from: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85041208889&origin=resultslist&sort=plf-f&cite=2-s2.0-85041208889&src=s&imp=t&sid=114136c6e0a572c-ceec9205f255829d6&sot=cite&sdt=a&sl=0>

26. Dubova I. V., Sanacheva G. S., Ryabov O. N. Introduction to engineering in the preparation of bachelors in metallurgy in the ideology of CDIO. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya = Modern Problems of Science and Education* [Internet]. 2014 [cited 2020 July 11]; 5. Available from: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=15028> (In Russ.)

27. Valisheva A. G. Stages of the formation of methods of performing design and engineering activities for bachelors in teaching physics. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya = Modern Problems of Science and Education* [Internet]. 2018 [cited 2020 July 11]; 6. Available from: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28354> (In Russ.)

28. Guojin C. Study and practice on training scheme of university students' entrepreneurship ability. *Communications in Computer and Information Science, 233 CCIS (PART 3)* [Internet]. 2011 [cited 2021 Jan 15]: 299–304. Available from: https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-24010-2_41. 44

29. Melecinek A., Prikhodko V. M., Zhurakovsky V. M., Fedorov I. V., Borisevich V. B., Ippolitova G. K. Cooperation of HTS of Russia with the International Society for Engineering Pedagogy. *Inzhenernaya pedagogika = Engineering Pedagogy*. 2007; 2: 53–59. (In Russ.)

30. Prikhodko V. M., Soloviev A. N. IGIP and trends in engineering pedagogy in Russia and in the world. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii = Higher Education in Russia*. 2013; 6: 26–32. (In Russ.)

31. Kazakova K. S. Educational environment: Basic research approaches. *Izvestiya Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN = Proceedings of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences*. 2011; 6: 65–71. (In Russ.)

32. Abualrub I., Karseth B., Stensaker B. The various understandings of learning environment in higher education and its quality implications. *Quality in Higher Education* [Internet]. 2013 [cited 2021 Jan 15]; 19 (1) 90–110. Available from: <https://www.uv.uio.no/english/research/groups/hedwork/Publications/2013/Abualrub-Karseth-Stensaker-2013.html>

33. MacKechnie J. R., Buchanan A. H. Creative laboratory model for large undergraduate engineering classes. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice* [Internet]. 2012 [cited 2021 Jan 15]; 138 (1): 55–61. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84860110048&doi=10.1061%2F%28ASCE%29EI.1943-5541.0000081&partnerID=40&md5=fd5049179a96756f328b73518828b6b0>

34. Atanasijević-Kunc M., Logar V., Karba R., Papič M., Kos A. Remote multivariable control design using a competition game. *IEEE Transactions on Education* [Internet]. 2011 [cited 2021 Jan 15]; 54 (1): 97–103. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-79551650540&doi=10.1109%2fTE.2010.2046489&partnerID=40&md5=d251fefef0119bef782ebab3b32a8f0b7>

35. Ziyatdinova Yu. N. Innovative educational environment of a research university. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya = Modern Problems of Science and Education* [Internet]. 2015 [cited 2021 Jan 15]; 3. Available from: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=20087> (In Russ.)

36. Tumaleva E. A., Ehov S. F. Theoretical foundations of the formation and development of the scientific and educational environment of a modern university. *Pis'ma v emissiyu. Offline: Elektronnyy nauchnyy zhurnal = Letters to Emission. Offline: Electronic Scientific Journal* [Internet]. 2013 [cited 2021 Jan 15]; 5. Available from: <http://www.emissia.org/online/2013/2003.htm> (In Russ.)

37. Yasvin V. A. Shkol'naja sreda kak predmet izmerenija: jekspertiza, proektirovanie, upravlenie = The school environment as a subject of measurement: Expertise, design, management. Moscow: Publishing House Narodnoe obrazovanie; 2019. 448 p. (In Russ.)

38. Kartashova A., Shirko T., Khomenko I., Naumova L. Educational activity of national research universities as a basis for integration of science, education and industry in regional research and educational complexes. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* [Internet]. 2015 [cited 2021 Jan 15]; 2143: 619–627. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.768>

39. Kwon J. E., Woo H. R. The impact of flipped learning on cooperative and competitive mindsets. *Sustainability* [Internet]. 2017 [cited 2021 Jan 15]; 10 (1). Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85039762972&doi=10.3390%2fsu10010079&partnerID=40&md5=ebd6dfacd359d13776ae9182e0809aa7>

40. Golitsyna I. Educational process in electronic information-educational environment. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* [Internet]. 2017 [cited 2021 Jan 15]; 237: 939–944. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2017.02.132>

41. Shafranov-Kutsev G. F., Efimova G. Z. Place of the vocational education system in the formation of the competitiveness of graduates. *Obrazovanie i nauka = The Education and Science Journal*. 2019; 21 (4): 139–161. (In Russ.)

42. Dover P. A., Manwani S., Munn D. Creating learning solutions for executive education programs. *The International Journal of Management Education* [Internet]. 2018 [cited 2021 Jan 15]; 16 (1): 80–91. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2017.12.002>

43. Wilczyński P. L. A comparison of the general knowledge and skills displayed by students participating in international geopolitical competitions. *Education Sciences* [Internet].

2020 [cited 2021 Jan 15]; 10 (9): 1–12. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85091393361&doi=10.3390%2feducsci10090255&partnerID=40&md5=53f0e35a14716dfc534d1be837740f4f>

44. Herrera-Limones R., Rey-Pérez J., Hernández-Valencia M., Roa-Fernández J. Student competitions as a learning method with a sustainable focus in higher education: The University of Seville “Aura Projects” in the “Solar Decathlon 2019”. *Sustainability* [Internet]. 2020 [cited 2021 Jan 15]; 12 (4). Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85081208384&doi=10.3390%2fsu12041634&partnerID=40&md5=88533b0f6f100fb908eb9dd417aa4073>

45. Szyliowicz D., Green T. G. Making strategy “Real”: Using reality television for innovating teaching approaches. *The International Journal of Management Education* [Internet]. 2019 [cited 2021 Jan 15]; 17 (3). Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2019.100304>

46. Rodriguez Bernal C. M. Student-centred strategies to integrate theoretical knowledge into project development within architectural technology lecture-based modules. *Architectural Engineering and Design Management* [Internet]. 2017 [cited 2021 Jan 15]; 13 (3): 223–242. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84988411935&doi=10.1080%2f17452007.2016.1230535&partnerID=40&md5=7aec71903e743ade8af4460999c61020>

47. Sekhavat Y. A. Collaboration or battle between minds? An attention training game through collaborative and competitive reinforcement. *Entertainment Computing* [Internet]. 2020 [cited 2021 Jan 15]; 34: 100360. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2020.100360>

48. Can M. H. An investigation of teacher’s use of e-learning in science olympiad in Russian schools. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* [Internet]. 2015 [cited 2021 Jan 15]; 191: 241–249. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.484>

49. Van Hanh N. The real value of experiential learning project through contest in engineering design course: A descriptive study of students’ perspective. *International Journal of Mechanical Engineering Education* [Internet]. 2020 [cited 2021 Jan 15]; 48 (3): 221–240. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85058974353&doi=10.1P177%2f0306419018812659&partnerID=40&md5=59fdabef8b2b46ce5f1f2aec5528b786>

50. Ye Q., Zhou Y. A new team-based teaching method in numerical calculation courses. *World Transactions on Engineering and Technology Education* [Internet]. 2013 [cited 2021 Jan 15]; 11 (2): 88–92. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84881502914&partnerID=40&md5=89a0aa245c2ec6b5062569bfdc4105cb>

51. Naumkin N. I., Shekshaeva N. N. Methodological support of research on the problem of preparing students for innovative engineering activities. *Sovremennyye problem nauki i obrazovaniya = Modern Problems of Science and Education* [Internet]. 2019 [cited 2021 Jan 15]; 5. Available from: <http://www.science-education.ru/article/view?id=29159>

52. Naumkin N. I., Kilmyashkin E. A., Kupryashkin V. F. Nauchno-metodicheskie osnovy organizatsii i provedeniya vserossijskikh studencheskikh konkursov na primere konkursa po mehanizatsii sel’skogo hozjajstva = Scientific and methodological foundations for organising and conducting all-Russian student competitions on the example of a competition for the mechanisation of agriculture. Saransk: Mordovia State University; 2013. 76 p. (In Russ.)

53. Baranov V. V., Belonovskaya I. D. The principle of competition (agonality) in the formation of a student’s competitive resource. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya =*

Modern Problems of Science and Education [Internet]. 2014 [cited 2020 July 11]; 5. Available from: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=12371> (In Russ.)

54. Antsupov A. Ya., Shipilov A. I., et al. *Slovar' konfliktologa = Dictionary of the conflictologist*. 2nd ed. Moscow; St. Petersburg: Publishing House Piter; 2006. 527 p. (In Russ.)

Информация об авторах:

Николай Иванович Наумкин – доктор педагогических наук, кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой основ конструирования механизмов и машин Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарева; ORCID 0000-0002-1109-5370; Researcher ID L-4643-2018, Scopus ID 56003962600; Саранск, Россия. E-mail: naumn@yandex.ru

Наталья Николаевна Шекшаева – кандидат педагогических наук, доцент кафедры основ конструирования механизмов и машин Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарева; ORCID 0000-0002-6072-9501, Researcher ID N-6441-2016, Scopus ID 5600320500; Саранск, Россия. E-mail: shekshaeva@yandex.ru

Евгения Владимировна Забродина – аспирант кафедры основ конструирования механизмов и машин Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарева; ORCID 0000-0001-8334-5693, Researcher ID AAE-7084-2021; Саранск, Россия. E-mail: evgeniya.nikitina.1994@mail.ru

Вклад соавторов:

Н. И. Наумкин – научное руководство, формулирование основной концепции, разработка методологии исследования, подготовка начального варианта текста.

Н. Н. Шекшаева – развитие методологии, обзор зарубежных источников, критический анализ и доработка текста.

Е. В. Забродина – обзор зарубежных источников, критический анализ и доработка текста.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 22.08.2020; принята в печать 10.03.2021.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Information about the authors:

Nikolai I. Naumkin – Dr. Sci. (Education), Cand. Sci. (Engineering), Professor, Head of the Department of Foundations for the Design of Mechanisms and Machines, National Research Mordovia State University named after N. P. Ogarev; ORCID 0000-0002-1109-5370, Researcher ID L-4643-2018, Scopus ID 56003962600; Saransk, Russia. E-mail: naumn@yandex.ru

Natalya N. Shekshaeva – Cand. Sci. (Education), Associate Professor, Department of Foundations for the Design of Mechanisms and Machines, National Research Mordovia State University named after N. P. Ogarev; ORCID 0000-0002-6072-9501, Researcher ID N-6441-2016, Scopus ID 5600320500; Saransk, Russia. E-mail: shekshaeva@yandex.ru

Evgeniya V. Zabrodina – Graduate Student, Department of Foundations for the Design of Mechanisms and Machines, National Research Mordovia State University named after N. P. Ogarev; ORCID 0000-0001-8334-5693, Researcher ID AAE-7084-2021; Saransk, Russia. E-mail: evgeniya.nikitina.1994@mail.ru

Contribution the authors:

N. I. Naumkin – scientific leadership, formulation of the basic research concept, development of research methodology, preparation of the initial version of the text.

N. N. Shekshaeva – development of methodology, critical analysis and text processing.

E. V. Zabrodina – critical analysis and text processing.

Conflict of interest statement. The authors declare that there is no conflict of interest.

Received 22.08.2020; accepted for publication 10.03.2021.

The authors have read and approved the final manuscript.