

Ресурсы, мотивация и проблемные зоны модели проектного обучения в подготовке инженеров

Научная статья

DOI: 10.31992/0869-3617-2025-34-4-144-168

Бобровский Александр Викторович – канд. техн. наук, доцент, директор Центра машиностроения, ORCID: 0000-0002-3800-3560, Researcher ID: ABE-4704-2021, ba838@yandex.ru

Бажутина Марина Михайловна – канд. филол. наук, доцент, ORCID: 0000-0001-8471-995X, Researcher ID: G-4929-2018, kurs-veka21@yandex.ru

Зотов Алексей Викторович – канд. техн. наук, ORCID: 0000-0003-1547-3313, Researcher ID: ABE-4689-2021, A.Zotov@tltso.ru

Чижаткина Екатерина Дмитриевна – руководитель проекта «Формула Студент ТГУ», старший преподаватель, ORCID: 0000-0001-7149-0340, Researcher ID: IVV-0536-2023, chizhatkina@mail.ru

Тольяттинский государственный университет, Тольятти, Россия

Адрес: 445020, Самарская область, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14

***Аннотация.** Статья посвящена опыту внедрения проектного обучения в подготовку инженеров в Центре машиностроения Тольяттинского государственного университета. Новизна исследования состоит в том, что впервые исследуется модель, в «ядре» которой находится обучение постоянно действующей студенческой инженерной команды, участвующей в международных инженерно-спортивных соревнованиях Formula Student. Цель работы состоит в том, чтобы выявить проблемные зоны, причины их появления и пути дальнейшего развития представленной модели проектного обучения. Обзор литературы показал, что в российских вузах реализуются типы моделей проектного обучения: модели, ориентированные на образовательный результат в виде прироста профессиональных компетенций; модели, нацеленные на получение проектного результата; «продуктовые» модели, направленные на получение конкретного продукта для внешнего заказчика; модели, сочетающие достижение тех или иных результатов. Кейс Тольяттинского госуниверситета представляет собой проектное обучение, ориентированное на формирование компетенций и получение проектного результата. Для поиска ответов на вопросы исследования были проведены опросы среди студентов, беседа в фокус-группе со студентами – кураторами проектов, интервью с руководителями проектов и представителями работодателей. Результаты настоящего исследования подводят к ряду выводов. Достижение образовательного и проектного результатов характеризуется положительными оценками со стороны всех участников образовательного процесса. В то же время выявлены проблемы в*

осуществлении проектного обучения: преобладание внешней мотивации у половины студентов; дефицит руководителей и учебных часов, выделяемых на руководство проектами в течение ограниченного периода времени и, как следствие, недостаточная индивидуальная работа с проектными командами; невозможность диверсификации существующей модели проектного обучения в плане количества и содержания проектов только за счёт ресурсов руководителей и кураторов проектов. Решение данных проблем видится в дальнейшей индивидуализации и диверсификации проектного обучения за счёт привлечения большего количества студентов-кураторов, кейсов и консультантов от работодателей.

Ключевые слова: инженерное образование, модели проектного обучения, Formula Student, участники образовательного процесса, ресурсы, мотивация, проблемные зоны, индивидуальный подход

Для цитирования: Бобровский А.В., Бажутина М.М., Зотов А.В., Чижаткина Е.Д. Ресурсы, мотивация и проблемные зоны модели проектного обучения в подготовке инженеров // Высшее образование в России. 2025. Т. 34. № 4. С. 144–168. DOI: 10.31992/0869-3617-2025-34-4-144-168

Resources, Motivation, and Problem Zones of the Project-Based Learning Model in Engineering Education

Original article

DOI: 10.31992/0869-3617-2025-34-4-144-168

Alexander V. Bobrovskii – Cand. Sci. (Engineering), Associated Professor, Director of the Mechanical Engineering Center, ORCID: 0000-0002-3800-3560, Researcher ID: ABE-4704-2021, ba838@yandex.ru

Marina M. Bazhutina – Cand. Sci. (Philology), Associated Professor, ORCID: 0000-0001-8471-995X, Researcher ID: G-4929-2018, kurs-veka21@yandex.ru

Alexey V. Zotov – Cand. Sci. (Engineering), Associated Professor, ORCID: 0000-0003-1547-3313, Researcher ID: ABE-4689-2021, A.Zotov@tltsu.ru

Ekaterina D. Chizhatkina – Supervisor of the Formula Student at the University project, Senior Lecturer, ORCID: 0000-0001-7149-0340, Researcher ID: IVV-0536-2023, chizhatkina@mail.ru
Togliatti State University, Togliatti, Russia
Address: 14 Belorusskaya str., Samara region, Togliatti, 445020, Russian Federation

Abstract. This article examines the experience of implementing project-based learning in engineering education at the Center of Mechanical Engineering of Togliatti State University. The motivation of the study lies in the analysis of a model centered around a continuously operating student engineering team participating in international Formula Student competitions. The aim of the research is to identify problematic areas, their causes, and pathways for further development of this project-based learning model. A literature review revealed several types of project-based learning models used in Russian universities: models aimed at educational outcomes, such as the development of professional competencies; models focused on achieving project outcomes; product-oriented models centered on delivering tangible products for external clients; hybrid models that combine

various objectives. The Togliatti State University case represents a hybrid approach, emphasizing both competency development and project outcomes. To address research questions, surveys were conducted among students, focus group discussions were held with student leaders, and interviews were carried out with project advisors and employers. Key findings include positive evaluations from all participants regarding educational and project outcomes. At the same time the authors identified a number of challenges: predominance of external motivation among half of the students; shortage of supervisors and allocated instructional hours for projects, leading to limited individual engagement with teams; inability to diversify the model's scope and content solely through existing resources. The study suggests solutions such as further individualization and diversification of project-based learning by involving more student leaders, expanding case studies, and engaging consultants from industry partners.

Keywords: engineering education, project-based learning models, Formula Student, educational stakeholders, resources, motivation, problem zones, individual approach

Cite as: Bobrovskii, A.V., Bazhutina, M.M., Zotov, A.V., Chizhatkina, E.D. (2025). Resources, Motivation, and Problem Zones of the Project-Based Learning Model in Engineering Education. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 34, no. 4, pp. 144-168, doi: 10.31992/0869-3617-2025-34-4-144-168 (In Russ., abstract in Eng.).

Введение

Образовательный процесс представляет собой не только передачу фундаментальных знаний и овладение базовыми инженерными компетенциями, но и формирование основ системного профессионального мышления и других универсальных компетенций выпускника, востребованных в экономике знаний и современных производствах: готовности самостоятельно осваивать новые технологии, находить и анализировать нужную информацию, работать в команде и др. Однако, проблема состоит в том, что «...традиционный подход к проектированию образовательных программ, предполагающий последовательное освоение теоретических модулей, как показывает практика, не обеспечивает уровень квалификации выпускников» [1, с. 62], который соответствовал бы запросам современного общества, динамичному развитию рынков и конкурентоспособных производств. В этой связи не первое десятилетие неиссякаемый интерес представляет внедрение проектного обучения в подготовку инженеров как в нашей стране, так и за рубежом. В отношении использования терминов «проектное обучение»

(далее – ПО) и «проектная деятельность» в зарубежных источниках нет чёткого разграничения, и в обоих случаях речь идёт об образовательной деятельности [2]. В отечественной литературе «проектное обучение ... представляет собой вид обучения, основанный на получении знаний и навыков обучающимися посредством самостоятельной познавательной, мыслительной и практической деятельности» [3, с. 6]. Под проектной деятельностью имеется в виду деятельность обучающихся в вузе, которая направлена «... на формирование способности к разработке и реализации проектов в будущей профессиональной деятельности» [4, с. 104]. В случае с проектным обучением имеется в виду включение работы над проектами в образовательный процесс для получения результата в виде профессионального развития, а во втором случае образовательный процесс ориентирован на «...проектный результат или конкретный продукт, который ждёт заказчик из реального сектора от студентов» [5, с. 152]. Реализация данных подходов в нашей стране составляет предмет активного обсуждения [5], в то же время исследователей интересуют организационно-содер-

жательные аспекты ПО, реализуемого как силами учебных подразделений [6], так и в сотрудничестве с индустриальными партнёрами [7].

В зарубежных исследованиях актуальной практикой выступает интеграция в образовательный процесс обучения студенческих инженерных команд, участвующих в международных соревнованиях *Formula Student* [8; 9]. Между тем, полноценное обобщение инновационной практики отсутствует в отношении российских вузов, где с 2005 по 2024 г. насчитывалось около трёх десятков таких команд. Кроме того, как в зарубежной, так и в отечественной литературе обсуждаемым вопросом является формирование мотивации студентов к участию в проектах [10; 11]. Таковы основные проблемы, затронутые в настоящем исследовании, в котором авторы придерживаются трактовки ПО из работы [5] как вида обучения, направленного на формирование профессиональных компетенций, профессиональное развитие и в то же время ориентированного на организацию деятельности студентов с целью получить проектный результат или конкретный продукт.

Новизна работы состоит в том, что впервые исследуется модель, в «ядре» которой находится ПО постоянно действующей студенческой инженерной команды. Цель состоит в том, чтобы выявить проблемные зоны, причины их появления и пути дальнейшего развития представленной модели ПО. В соответствии с целью исследования был сформулирован ряд исследовательских вопросов:

- 1) каковы тип, генезис, организационная структура и содержание внедрённой модели ПО?
- 2) насколько удовлетворены и мотивированы студенты к участию в проектах?
- 3) как оценивают руководители проектов и выпускники результаты ПО?

4) как работодатели оценивают профессиональные компетенции выпускников?

5) каковы ресурсы модели ПО и какие проблемные зоны в его реализации были обнаружены?

Модель представлена образовательным проектом «Формула Студент ТГУ», функционирующем в Центре машиностроения Тольяттинского государственного университета (ТГУ). Это единственная в университете образовательная практика, в «ядре» которой организовано круглогодичное ПО команды, состоящей из студентов как инженерных, так и социогуманитарных направлений подготовки и работающей практически каждый день. Значимость результатов ПО подтверждается тем, что функционирование образовательного проекта «Формула Студент ТГУ» признано руководством вуза одной из лучших практик в подготовке инженерных кадров в вузе и входит в блок мероприятий стратегического проекта «Генерация и коммерциализация инноваций» программы развития вуза – участника «Приоритета 2030»¹. Организация непрерывной практической деятельности студентов реализует задачу по выявлению наиболее расположенных к научной деятельности студентов и в то же время является одним из вариантов реализации дисциплины «Предпринимательская деятельность» согласно учебному плану. Практическая значимость исследования видится в том, что кейс ТГУ может служить примером обратной связи для совершенствования проектного образования в российских инженерных вузах.

Обзор литературы

Повсеместное внедрение проектного обучения в подготовку инженерных кадров считается перспективной практикой. Отмечается, что «проектное обучение является одной из приоритетных форм организации учебного процесса в инженерном образова-

¹ «Программа развития 2030» Тольяттинского государственного университета размещена на странице: <https://www.tltsu.ru/prioritet-2030> (дата обращения: 13.03.2025).

нии, обеспечивает последовательную логическую связь реализуемых дисциплин» [12, с. 94]. Постановка цели и формулировка вопросов исследования определили основные фокусы обзора литературы по вопросам ПО в инженерном образовании. Поиск литературы осуществлялся по базам данных *Google Scholar* и РИНЦ, при этом по поисковым запросам *engineering project-based learning* в *Google Scholar* насчитывается около 483 000 публикаций, из которых отбирались источники об обучении команд *Formula Student* из массива 55 700 источников. Аналогичный запрос в базе данных РИНЦ дал более скромные результаты (около 1000), из которых были отобраны работы искомой тематики в соответствии с вопросами исследования. Цель обзора литературы – рассмотреть такие вопросы, как: 1) типы моделей ПО в инженерных вузах; 2) мотивация студентов к участию в проектах; 3) оценка участниками образовательного процесса результатов ПО в виде профессиональных и универсальных компетенций; 4) готовность выпускников к профессиональной деятельности с точки зрения работодателя.

Анализ зарубежных публикаций в данной выборке показал незначительное количество работ, обобщающих практику проектного обучения команд *Formula Student*, и практически отсутствие таковых в отечественной литературе. В этой связи авторами были рассмотрены зарубежные практики интеграции деятельности команд *Formula Student* в образовательный процесс и модели ПО в ряде инженерных вузов страны для иллюстрации обозначенных выше подходов в реализации проектного образования и выделенных на их основе трёх типов [5]: ПО с ориентацией на профессиональные компетенции, на проектный результат и на конечный продукт для внешнего заказчика.

Каждый вуз, внедряющий ПО в образовательный процесс в том или ином виде, естественно, реализует своё видение данной педагогической инновации, отталкиваясь от программы развития и исходя из своих

возможностей. Первую группу моделей ПО составляют практики, ориентированные на образовательный результат и реализуемые силами отдельных подразделений инженерных вузов на основе авторских концепций с учётом специфики подготовки будущих инженеров по конкретным специальностям [6]. Другим примером является модель междисциплинарной сквозной подготовки будущих инженеров в Московском автомобильно-дорожном государственном техническом университете (МАДИ) как результат «педагогического проектирования, выполненного в соответствии с проектно-целевым подходом и разработанной авторами концепцией» [13, с. 39]. Концепция заключается в гибком выборе под влиянием внешних условий той или иной модели подготовки, состоящей из взаимосвязанных систем подготовки инженеров и специально отобранных, «компетентностно связанных дисциплин» естественно-научного и гуманитарного циклов. На получение образовательного результата заточена модель «встраивания» предприятия авиакосмической отрасли, научно-образовательных центров и профильной кафедры в схему проектного образования в подготовке будущих специалистов космической отрасли в Сибирском государственном аэрокосмическом университете им. академика М.Ф. Решетнёва. В то же время содержание проектов основано на выполнении реальной производственной задачи – участии в проектировании и изготовлении космических аппаратов, служебных систем и научных приборов [14]. Примером внедрения образовательного подхода в ПО в контексте всего вуза служит Южный федеральный университет [15].

Реализация ПО, нацеленного на получение образовательного результата и в то же время на выполнение заказов от партнёров, имеет место в НИУ «Высшая школа экономики». Такое же сочетание «образовательного» и «продуктового» типов ПО интегрировано в образовательный процесс на междисциплинарном уровне в Московском политехническом университете [15]. Ориен-

тация на развитие универсальных и профессиональных компетенций, а также на внешнего заказчика характеризует модель ПО в Дальневосточном и Южном федеральных университетах [15]. Похожая модель реализуется в Нижнетагильском технологическом институте Уральского федерального университета, где «...помимо создания продукта, услуги или формирования научно-технического задела достигаются запланированные и дополнительные образовательные результаты» [15, с. 90–91]. Вариант «продуктовой» модели ПО, основанной на постановке и решении реальных производственных задач, реализуется в МГТУ им. Н.Э. Баумана в виде непрерывной научно-производственной практики [7]. Кейс Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского ориентирован на развитие компетенций и проектный результат, поскольку ПО в этом вузе является «...особой формой организации учебного процесса, направленной на решение студентами практических задач, возникающих в сфере их профессиональной деятельности» [15, с. 138].

В зарубежной практике выделяется обучение инженерных команд в соответствии с регламентом инженерно-спортивных соревнований *Formula Student*, которые признаются инженерным сообществом одной из лучших систем практико-ориентированного обучения специалистов мирового автопрома [16; 17]. Между тем, несмотря на то, что проект *Formula Student* существует более 40 лет и соревнования проводятся ежегодно в десятках стран на всех континентах, анализ источников свидетельствует о недостаточном количестве педагогических исследований о моделях «встроенности» участия в данных соревнованиях в организацию ПО в вузах. В работах [8; 9] исследована образовательная ценность соревнований *Formula Student* как составной части подготовки инженеров с точки зрения всех стейкхолдеров в нескольких британских инженерных университетах. Автор описывает практику интеграции деятельности студенческих инженерных

команд в образовательный процесс, в результате чего возникает модель реализации ПО как часть магистерской программы, при этом деятельность студенческой команды *Formula Student* оказывается центральным проектом, вокруг которого выстраивается сеть других кратко- и среднесрочных исследовательских проектов, что свидетельствует об ориентации всей модели на образовательный и проектный результаты. Аналогичный подход в обучении команды *Formula Student* применяется и в Институте технологии (Израиль), где проектное обучение строится как модель для выполнения выпускного проекта (*capstone project*) [11].

Эффект от внедрения ПО рассматривается, как правило, через призму качественных оценок его влияния на формирование компетенций со стороны участников образовательного процесса. Так, в одном из инженерных вузов Германии [18] в ходе исследования потенциала ПО 95% опрошенных студентов рекомендовали данный вид обучения, а все преподаватели и представители промышленных предприятий засвидетельствовали соответствие содержания проектов реальным рабочим задачам. Опыт оценки эффективности ПО в преподавании профильных инженерных и естественно-научных дисциплин в одном из частных университетов в США был описан в отношении его положительного влияния на готовность и интерес студентов к будущей профессиональной деятельности [19]. Оценка ПО участниками образовательного процесса в плане формирования компетенций и реализации возможностей индивидуализации обучения были изучены в одном из вузов Испании [20].

Оценка эффективности ПО в *Worcester Polytechnic Institute* (США) изучалась в работе [21], в которой представлена высокая оценка ПО со стороны работодателей в плане приобретённого выпускниками реального практического опыта и готовности к любым профессиональным вызовам. В работе подчёркивается связь между ПО и готовностью выпускников решать любые профессиональ-

ные задачи, при этом работодателям не задавался прямой вопрос о том, какие качества они ожидают от выпускников *WPI*.

Обобщение положительного опыта участия одного из британских университетов в соревнованиях *Formula Student* по мнению его преподавателей и работодателей показало, что работа в инженерной команде способствует развитию у студентов ключевых инженерных и универсальных компетенций [8; 9]. Аналогичный эффект описан в отношении ПО команд *Formula Student* в инженерном образовании Германии [22], в подготовке японских инженеров [23; 24]. При этом демонстрируется пригодность и воспроизводимость образовательной модели *P2M-Student Formula* на основе методологии национального стандарта в Японии по управлению проектами [25].

В зарубежных источниках активно исследуются результаты внедрения ПО как методологии, способной адекватно решить проблемы подготовки востребованных инженерных кадров, мотивированных к профессиональной деятельности. ПО изучается также как фактор повышения эффективности образовательного процесса, в частности, отмечается его потенциал в подготовке инженеров в Германии [26]. Между тем подчёркивается, что до сих пор нет убедительных данных о значимом вкладе ПО в овладение инженерными компетенциями [27].

Обзор публикаций показывает положительную связь между внедрением ПО и ростом положительной мотивации к участию в проектной работе и инженерному труду, изучению профильных дисциплин и овладению компетенциями, необходимыми будущему инженеру. Отметим, что данные аспекты изучаются преимущественно посредством опросов и интервью. Так, в работе [27] содержится вывод о том, что с точки зрения большинства опрошенных студентов, ПО позволяет овладеть профессиональными компетенциями, причём участие в проекте способствует развитию их мотивации к будущей профессиональной деятельности

и адаптированности к рабочей среде. Другие исследователи отмечают рост мотивации к участию в инженерных проектах [28], положительное влияние ПО на мотивацию и интерес к изучению профильных предметов, на удовлетворённость результатами ПО [29; 30] и на повышение внутренней мотивации студентов к академической успешности [31]. Швейцарские учёные выявили положительную оценку уровня сформированности профессиональных умений с точки зрения студентов по результатам их работы в командных проектах, используемых для итоговой аттестации выпускников специальностей в области компьютерной инженерии [32]. Российские исследователи опирались на оценки уровня сформированности профессиональных компетенций и мотивации со стороны преподавателей [10]. Исследование португальских авторов [33] обнаруживает положительную оценку результатов ПО большинством преподавателей и студентов, которые отмечают рост мотивации к участию в проектах и уровень владения универсальными умениями. Наличие негативного опыта у части студентов позволило выявить недостатки внедряемой модели ПО и предложить пути её совершенствования. Израильские авторы [11] показали, что высокая внутренняя мотивация участников команды *Formula Student* к работе в инженерном проекте обусловлена потребностью к учебной автономии, желанием приобрести новые компетенции и быть причастным к процессу и результату работы проектной команды. Кроме того, было выяснено, что участие в команде формирует и одновременно реализует потребность в овладении критическим мышлением, профессиональными и универсальными умениями, – проявление которых в свою очередь замыкается на реализации внутренней мотивации к участию в международных инженерно-спортивных соревнованиях.

Внедрение адекватной модели ПО в образовательный процесс подтверждает выводы А.А. Сысоева о том, что «...грамотно спроек-

тированный процесс обучения в рамках реального инженерного проекта способствует появлению у студентов интереса к творческому процессу, стремления достигнуть лучших результатов, формируя, таким образом, мотивацию, релевантную инженерной деятельности» [34, с. 98]. Именно такой тип мотивации понимается в данной работе как внутренняя, о которой идёт речь в разделе, посвящённом результатам исследования. Таким образом, в организации ПО отчётливо выделяются:

- модели, ориентированные на образовательный результат в виде прироста профессиональных компетенций;
- модели, нацеленные на получение проектного результата;
- «продуктовые» модели, направленные на получение конкретного продукта для внешнего заказчика;
- модели, сочетающие достижение тех или иных результатов.

Рассмотрев варианты внедрения разных подходов и моделей ПО, авторы согласились с мнением А.П. Казун и Л.С. Пастухова, что они «... не противоречат друг другу и потенциально могут сочетаться в различных комбинациях, но они будут обусловлены различным отношением к выбору проблемы, которая ставится перед студентами, и доступными им средствами её решения» [35, с. 50]. Часть кейсов демонстрирует сочетание подходов в реализации ПО (нацеленность на проектный результат и внешнего заказчика), и их можно отнести к «продуктовым» моделям. В других случаях присутствует комбинация ориентиров на образовательный и проектный результаты. Таким образом, анализ источников по видам ПО позволил определить, к какому из них относится кейс ТГУ – проектное обучение, ориентированное на формирование компетенций и получение проектного результата. В целом ряде работ исследуются вопросы, с которыми резонирует практика реализации ПО в Центре машиностроения Тольяттинского госуниверситета: описание типа модели, формирование мотивации, оценка ком-

петенций и готовности к профессиональной деятельности, тем не менее не раскрываются проблемные зоны в реализации той или иной модели ПО и практически не рассматриваются причины низкой внутренней мотивации к участию в проектах. Кейс подготовки инженеров ТГУ выявляет некоторые причины и пути их преодоления, одновременно показывая направление развития модели ПО, состоящей из «ядра» – обучения постоянно действующей студенческой инженерной команды – и периферии, где работа над проектами ведётся только в течение ограниченного времени.

Материалы и методы

Методы. Выбор методов исследования был обусловлен постановкой сформулированных выше вопросов исследования, характером собранных данных, процедурой и целью их анализа [36]. Для решения поставленных задач был использован ряд теоретических, эмпирических и инструментальных методов. Теоретические методы включали анализ научной литературы, изучение и обобщение передового педагогического опыта. Эмпирические методы представлены опросами, интервью и беседой в фокус-группе. Инструментальный метод представлен обработкой данных опросов с помощью пакета *IBM SPSS Statistics 23*.

Участники. Участниками онлайн-опросов были 164 студента 1–5 курсов бакалавриата, специалитета и магистратуры, из которых 45 респондентов составили выпускники 2024 г. Все обучающиеся представляют направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», 13.03.03 «Энергетическое машиностроение», 15.04.01 «Машиностроение», специальность 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» и на момент опросов имели опыт участия в одном или более проектах Центра машиностроения ТГУ. Кроме того, были проведены интервью с руководителями из числа ППС и представителями работода-

лей, а также беседа в фокус-группе студентов-кураторов.

Инструменты и процедура исследования. Вопросы онлайн-анкетирования были разделены на три части. Первая часть содержала вопросы о роли в проекте, курсе, уровне обучения и продолжительности участия студента в проекте(ах). Вторая часть представляла собой шкалу Лайкерта из 5 позиций (от 1 «согласен» до 5 «не согласен») и в первом онлайн-опросе содержала 12 вопросов, во втором – 3. Третья часть была предназначена для комментариев. Данные опросов были далее обработаны с помощью пакета *IBM SPSS Statistics 23*, причём значение альфа Кронбаха достигло $\alpha = 0,84$. Данные опросы были направлены на выявление мотивации и степени удовлетворённости студентов к участию в проектах, оценки студентов и выпускников результативности своей работы в проектах. Целью проведённых интервью и беседы являлось получение качественных оценок результатов ПО со стороны всех стейкхолдеров.

Результаты исследования

Тип, генезис, организационная структура, содержание и ресурсы модели проектного образования. Термином «генезис» (от греч. *genesis* – происхождение, возникновение) обозначается «понятие, выражающее как момент зарождения, возникновения, так и процесс развития какого-либо качественно определённого предмета, явления» [37, с. 347]. С момента своего зарождения исследуемая модель строится на проектном обучении студенческой команды, которое ориентировано на образовательный и проектный результаты. Тип модели определяется спецификой обучения «ядра», подчинённого образовательной цели международных инженерно-спортивных соревнований *Formula Student* – «бесшовной» подготовке инженерных кадров для мирового автопрома. При этом формирование профессиональных компетенций студентов происходит в процессе создания реальных прототипов гоночных ав-

томобилей класса *Formula Student*, которые проходят ряд динамических испытаний на соревнованиях каждый год.

Развитие модели берёт свой отсчёт с конца 2007 г., когда был сформирован первый состав студенческой инженерно-спортивной команды. До осени 2017 г. в проектное обучение была вовлечена только данная команда – участница соревнований *Formula Student* – команда *Togliatti Racing Team*, представляющая собой инженерную компанию «в миниатюре» по проектированию, производству и испытанию гоночных болидов класса *Formula Student*. В течение одного года команда численностью в среднем 12–20 студентов проводит весь цикл работ по изготовлению болида согласно регламенту инженерно-спортивных соревнований, проводимых каждый год по всему миру, в том числе и в России. До осени 2017 г. организацию проектного обучения можно было описать простыми линейными отношениями: технический консультант из числа ППС – капитан команды – инженерные отделы команды. С +введением обязательной дисциплины «Проектная деятельность» (впоследствии «Предпринимательская деятельность») для студентов всех форм и технологий обучения ТГУ в 2017 г. проектное обучение одной команды становится «ядром» модели, которое начало «обрастать» междисциплинарными инженерными и социогуманитарными проектами. Одновременно с этим процессом усложнилась организационная структура самой команды *Togliatti Racing Team* с появлением студентов целого ряда специальностей: будущих инженеров; лингвистов; экономистов; менеджеров; дизайнеров; журналистов и др. В настоящее время структура *Togliatti Racing Team* включает отделы, отвечающие за блоки студенческих проектов по направлениям: логистика; менеджмент; инжиниринг; графический дизайн; маркетинг; подготовка технических отчётов и отчётов о стоимости производства; бизнес-презентации; переводы документации с русского на английский язык; экономика и связи с общественностью.

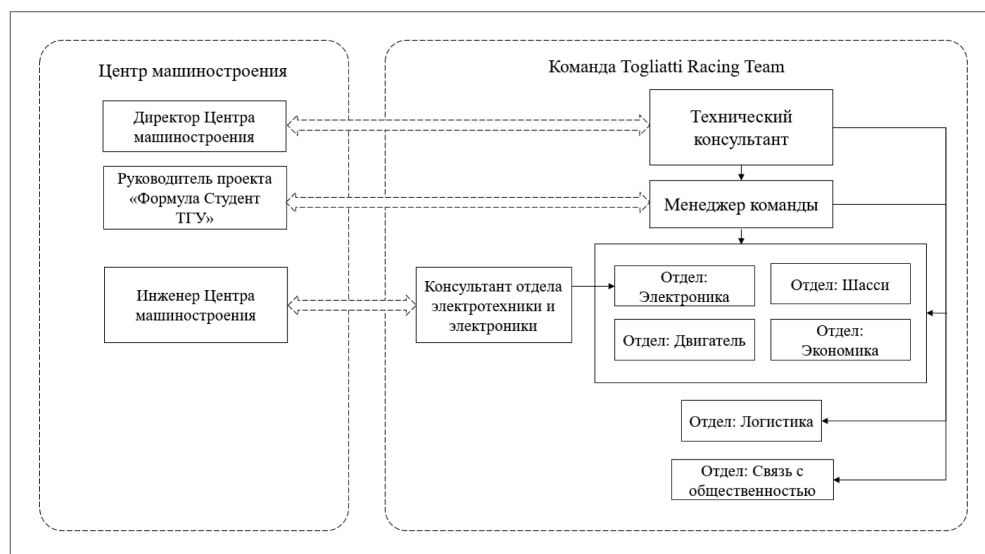


Рис. 1. Организационная структура «ядра» модели – проектного обучения Togliatti Racing Team
 Fig. 1. Organizational structure of the model “nucleus” – project-based learning in Togliatti Racing Team

Обучение *Togliatti Racing Team* происходит в плотном взаимодействии с администрацией и другими сотрудниками Центра машиностроения. Директор Центра выступает в роли главного технического консультанта команды и совместно с руководителем проекта «Формула Студент ТГУ» от университета осуществляет контроль за инженерными отделами, а также отделом логистики и связей с общественностью. Инженер Центра выполняет роль консультанта для отдела электротехники и электроники ввиду сложности выполняемых данным отделом работ (Рис. 1).

Генезис модели проектного обучения показывает устойчивую тенденцию к диверсификации проектов: от инженерных до социогуманитарных проектов. Диапазон проектных идей варьируется от решения «узких» инженерных задач до стартапов, цель которых – разработка и изготовление прототипов транспортных средств. В настоящее время его управленческая иерархия в модели строится следующим образом: директор Центра машиностроения – руководители проектов (преподаватели) – кураторы проектов (участники *Togliatti Racing Team*). Модель проектного обучения (Рис. 2) включает

четыре типа проектов: 1) инженерные проекты, основанные на регламенте соревнований *Formula Student*; 2) инженерные проекты других направлений (междисциплинарные проекты); 3) социогуманитарные (педагогические, переводческие) проекты; 4) социогуманитарные проекты на базе регламента соревнований *Formula Student* [38]. Доля инженерных проектов составляет около 90% от общего количества проектов. При этом все проектные инициативы исходят от руководителей проектов и студентов-кураторов, являющихся наставниками для тех, кто только начинает осваивать азы инженерного труда.

В течение всего периода обучения студенты в рамках участия в проектных командах реализуют последовательно один или нескольких типов проектов. При этом на каждом этапе все проекты последовательно проходят ранжирование выработанных в проектной команде инженерных решений, а затем стадию их масштабирования и укрупнения, то есть от опытного образца в стадию стартапа. Координацию работ по проектам осуществляет студент-куратор. В описанных условиях акцент сквозной проектной инженерной подготовки смещается к перераспре-

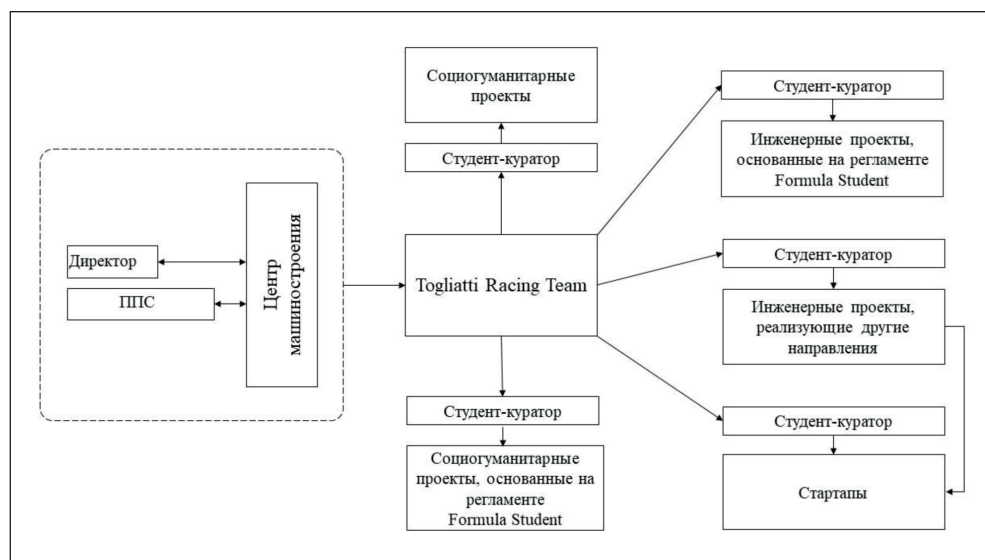


Рис. 2. Организационная структура модели проектного обучения

Fig. 2. Organizational structure of the project-based learning model

Источник: [39]

Source: [39]

делению времени от аудиторной нагрузки к профессиональной проектной работе в команде.

Примеры содержания инженерных проектов в Центре машиностроения ТГУ

Приведём примеры инженерных задач, иллюстрирующих, каким образом опыт решения реальных инженерных задач с помощью методов и приёмов цифрового инжиниринга применительно к проектированию болида в рамках студенческих проектов позволяет организовать непрерывный процесс формирования компетенций у студентов в области инжиниринга новых материалов, прогрессивных технологий и конструкций, тем самым вовлечь обучаемых в процесс непрерывной генерации инноваций на уровне команды проекта. В Центре машиностроения студенческие проектные команды активно применяют технологии создания цифровых двойников, CAD-CAM-CAE моделирование, технологии прототипирования, обработки деталей из полимеров, композитов и металлов. Проектирование цифрового двойника осуществляется по итогам экспертизы

предложенных студентами технических решений, по факту выполнения серий экспериментов согласно регламенту соревнований, что при последующем изготовлении болида гарантирует должное качество.

Одним из немаловажных этапов является экспертиза стыкуемых с рамой узлов и элементов подвески гоночного болида. В рамках проекта «Проектирование поворотного кулака» участниками команды *Togliatti Racing Team* выполнена проработка нескольких конструкций поворотных кулаков для участия в соревнованиях *Formula Student*. Основной целью являлось снижение массы кулака и тем самым снижение неподрессоренных масс болида. В результате конкурса по отбору нескольких предложенных решений выбор был сделан в пользу варианта, в рамках которого предложены новая облегчённая конструкция изделия и технология его изготовления. Проведённое имитационное моделирование нагрузочных режимов поворотного кулака позволило выявить зоны, где возможно изменение конструкции, с целью снижения массы поворотного кулака и, соответственно,

снижение неподдресоренных масс болида. Анализ напряжённо-деформированного состояния цифровой модели кулака показал удовлетворительный результат.

В рамках масштабирования проекта «Проектирование поворотного кулака» конструкция была спроектирована так, чтобы воспринимать радиальную и тангенциальную нагрузки, за исключением аксиальных нагрузок, характерных при скольжении шасси болида на высоких скоростях (дрифте), что не входит в регламент соревнований. Результатом внедрения технологии сквозного проектирования является подетальная конструкторская проработка более чем 4000 деталей гоночного болида 2022 г. При этом акцент делается на проектирование основных систем автомобиля: несущей системы; ходовой части; трансмиссии; тормозной системы; рулевой системы; системы впуска и выпуска; аэродинамических элементов. Одним из главных усовершенствований стало снижение его массы более чем на 30% по сравнению с болидом 2014 г., причём болид 2022 г. с успехом выполнил все дисциплины динамических испытаний.

Мотивация студентов к участию в проектах и их удовлетворённость результатами. Для ответа на данный вопрос исследования были опрошены сначала 119 студентов 1–4 курсов и студенты магистратуры, участвовавшие в проектах Центра машиностроения (Табл. 1).

Данные опроса показывают, что большинство студентов (83,3%) считают, что организованное проектное обучение соответствует их представлениям. Кроме того, отвечая на вопросы 4 и 6, своё удовлетворение от участия в проектах выразили соответственно 89,2 и 73,6% от числа опрошенных. Большинство респондентов (64,1–73,2%) положительно оценивают возможности построения индивидуальной образовательной траектории. В то же время почти половина респондентов (49,2%) в качестве мотива к участию в проекте выбрали ответ «Участвую, потому что нужны баллы». В то же время 56,5%

респондентов не уверены или не согласны с тем, что хотели бы стать участником *Togliatti Racing Team* или другого аналогичного по масштабу проекта, студенческого стартапа. Часть респондентов, отвечая на вопросы 7 и 8, не уверены в возможностях, которые может дать проектная работа (22,5 и 12,6%), в своих устремлениях в плане инициации проекта (см. ответы на вопросы 11 и 12, соответственно 28,2 и 24,2%). Интересны предпочтения 81,7% опрошенных в отношении руководства проектом студентом-куратором (вопросы 2 и 3), в то время как 45,9% высказались в пользу руководителя из числа преподавателей. Впрочем, последние две цифры говорят о неуверенности респондентов в данном вопросе, равно как и о неопределённости в отношении успешности своей работы в проекте в зависимости от того, кто является непосредственным руководителем проекта (вопросы 9 и 10), поскольку часть опрошенных выбирала оба варианта руководства проектом. Несмотря на большое количество положительных ответов на вопросы анкеты 1, 4, 6–8 об удовлетворённости от участия в проектах, заметно количество опрошенных, которые не удовлетворены своей работой в проектах (15,2%). Результаты опроса обнаруживают отчётливую тенденцию к низкой внутренней мотивации и удовлетворённости результатами своей работы в команде.

При сравнении ответов студентов по различным переменным авторы выявили значимые положительные корреляции Пирсона, наблюдаемые между всеми данными о респондентах и их ответами на ряд вопросов о мотивации и удовлетворённости проектной работой (Табл. 2).

Обнаруженные положительные связи между ролью в проекте, результативностью участия, мотивацией к дальнейшему участию в проекте и инициации своего проекта наиболее ярко демонстрируют ответы студентов-кураторов, что свидетельствует о выраженной внутренней мотивации к участию в проектах и удовлетворённости результатами. Помимо этого, корреляции указывают

Таблица 1

Результаты опроса студентов

Table 1

Student survey results

Утверждения	Варианты ответов, %				
	«Согласен»	«Скорее согласен»	«Не уверен»	«Скорее не согласен»	«Не согласен»
1. Работа в проекте соответствует моим представлениям о проектном обучении в университете	52,5	30,8	6,7	0,8	9,2
2. Мне нравится, когда в проекте руководит студент-куратор (быть куратором проекта – для кураторов)	66,7	15	9,2	0,8	8,3
3. Я предпочитаю работать под началом руководителя проекта из числа преподавателей	31,1	14,8	35,2	4,9	13,9
4. Меня в целом устраивает то, что я делаю (делал) в проекте	70	19,2	3,3	0,8	6,7
5. Я участвую в проекте только потому, что мне нужно получить баллы	28,7	20,5	21,3	17,2	12,3
6. Я участвую в проекте, потому что он позволяет получить новые знания, умения, выявить возможности для работы над курсовой работы / ВКР, окунуться в производственную атмосферу, проявить себя и т. д.	45,6	28	11,2	4,8	10,4
7. Я считаю, что работа только в одном проекте помогает мне развиваться, т. е. выстраивать свою образовательную траекторию	38,3	25,8	22,5	5	8,3
8. Я считаю, что работа в разных проектах Центра машиностроения помогает мне развиваться и получать новые знания, умения, т. е. выстраивать свою образовательную траекторию	42,9	30,3	12,6	5	9,2
9. Я думаю, что я достигаю лучших результатов, когда проектом руководит студент-куратор	39,3	34,4	16,4	2,5	7,4
10. Я думаю, что я достигаю лучших результатов, когда проектом руководит непосредственно преподаватель	23	21,3	39,3	6,6	9,8
11. Я хотел бы стать участником <i>Togliatti Racing Team</i> или другого аналогичного по масштабу проекта, студенческого стартапа	25	18,5	28,2	8,9	19,4
12. В будущем я бы хотел стать куратором (инициатором) проекта в Центре машиностроения	20,8	14,2	24,2	11,7	29,2

на потенциал роли куратора в формировании мотивации к продуктивной работе в проекте, который не был описан в рассмотренных ранее источниках.

Как и в ряде предыдущих исследований, авторами была изучена оценка результатов проектного обучения, данная самими участниками образовательного процесса. Для этого был проведён опрос среди 45 выпускников Центра машиностроения с целью выявить их мнение о своей готовности к про-

фессиональной деятельности. Среди участников опроса были выпускники бакалавриата, специалитета и магистратуры, при этом подавляющее большинство (93,4%) согласилось с тем, что работа над проектом помогла приобрести знания и умения, необходимые для профессиональной деятельности. Значителен процент тех, кому работа над проектом помогла с выбором темы для курсовой работы / ВКР и в работе над темой (62,2%), однако заметно количество респондентов,

Таблица 2

Корреляции между ролью в проекте и его возможностями

Table 2

Correlations between a project role and project opportunities

«Я участвую в проекте, потому что проект позволяет получить новые знания, умения, проявить себя и окунуться в производственную атмосферу»		
Вы являетесь куратором / участником проекта в Центре машиностроения	Корреляция Пирсона	0,23
	Двухсторонняя	0,05
	N	119
«Меня в целом устраивает то, что я делаю (делал) в проекте»		
Вы студент 1 / 2 / 3 / 4 курса / магистратуры	Корреляция Пирсона	0,31
	Двухсторонняя	0,01
	N	119
«В будущем я бы хотел стать куратором (инициатором) проекта в Центре машиностроения»		
Вы являетесь куратором / участником проекта в Центре машиностроения	Корреляция Пирсона	0,36
	Двухсторонняя	0,01
	N	119

ответивших отрицательно (24,5%) и затруднявшихся дать ответ (13,3%). Большинство выпускников (86,7%) отметили удовлетворённость от работы над проектом, а 13,3% затруднились с ответом. Данные опроса в целом дают положительную оценку образовательному результату, на который нацелена модель ПО.

Той же цели было подчинено интервью с руководителями проектов, включавшее вопросы о том, насколько нужна студентам работа в проектах, о соответствии уровня сложности задач в проекте уровню готовности участников их решать, о наличии возможности у участников проекта развиваться, приобретать новые знания и умения, особенно у первокурсников или у тех, кто впервые пришёл в проект. Руководители единодушно высказались в пользу внедрения проектного обучения и его эффекта на формирование компетенций. Руководитель 1 подчеркнул, что *«если у тебя есть время, и*

ты сидишь особенно с первокурсниками, то индивидуальная работа с ними способствует тому, что они с интересом занимаются проектом не только ради баллов и у них всё получается». Руководитель 2 отметил, что *«проектное обучение позволяет студенту погрузиться в изучаемый предмет, совмещать работы по проекту с изучением профильных дисциплин и качественно выполнять студенческие работы»*. По мнению руководителя 3, *«участвуя в проекте, студент овладевает азами инженерной деятельности и продвигается до выполнения комплексных задач, приближённых к реальным задачам на производстве. В течение одного учебного года первокурсники приобретают базовые конструкторские умения, которые помогают им успешно осваивать другие инженерные дисциплины»*. Оценки руководителей проектов говорят о прямой связи между реализацией индивидуального подхода в работе с участниками проектов и

формированием у них интереса, внутренней мотивации к работе в проекте.

Аналогичные вопросы были заданы в фокус-группе студентов-кураторов. Большинство из них (6 из 8) отметили полезность проектного обучения в плане освоения конструкторского программного обеспечения, получения новых знаний и умений: *«Проекты дают возможность развиваться, положительный опыт в плане приобретения новых компетенций, проекты дают возможность определиться в будущей профессии исходя из своих интересов и довести свою тему до диплома», «проектное обучение позволяет расширить свой кругозор, стать более мобильным», «именно проект помогает вчерашним школьникам раскрыться, они могут видеть другие проекты, узнавать от кураторов что-то новое»*. В то же время один из кураторов отметил, что *«большинство проектов просто нужны для обучения студентов. Увеличение количества проектов не всегда приводит к улучшению качества проектов ... не всегда успеваешь подготовиться к проектам»*. По мнению другого куратора, *«чаще всего студентов мало интересует сам проект, приходит очень малый процент действительно заинтересованных людей, это очень огорчает и порой заставляет задуматься – действительно ли оно надо? Львиная доля работы по проекту приходится на кураторов»*. Беседа в фокус-группе содержит положительную оценку результатов проектного обучения в виде компетенций, но в то же время подтверждает результаты опроса о выраженности формальной мотивации, затрагивая проблему зависимости количества проектов и их качества и проблему недостатка времени у куратора для подготовки к занятию по проектам и реализации индивидуального подхода внутри каждой команды.

Оценка профессиональных компетенций выпускников работодателями. Для объективного взгляда со стороны было проведено интервью с представителями работодателей от АО «АВТОВАЗ» и АО «Кама». В обоих

случаях работодателям были заданы одинаковые вопросы. Представитель первого работодателя на вопрос «Как вы оцениваете уровень инженерной подготовки в плане профессиональных умений и знаний выпускников центра машиностроения ТГУ после 2017 года, когда в ТГУ была введена обязательная дисциплина «Проектная деятельность»?» ответил, что считает *«работу над проектом полезной и как практическое приложение к дисциплине “Проектирование автомобиля”»*. На вопрос о готовности «влиться» в рабочие процессы на АВТОВАЗе, было отмечено, *«чтобы “влииться” в рабочие процессы, конечно, молодым специалистам требуется дополнительное обучение, так как требуется более детальное знакомство с распределением обязанностей, стандартными планами, составом проектной команды и т. д. Универсальные умения тоже важны, в частности, владение программным обеспечением для разработки виртуальных моделей и конструкторской документации»*. В качестве предложения для совершенствования проектного обучения прозвучала мысль о том, что *«полезно внедрить заполнение документов NDL и проверку правил конструирования»*. Второй работодатель дал высокую оценку профессиональным компетенциям выпускников *Togliatti Racing Team*, отметив, что *«участники соревнований Formula Student достаточно сильно выделяются на фоне обычных выпускников вузов как с точки зрения профессиональных знаний и умений, так и с точки зрения коммуникации с коллегами. Студенты, прошедшие такую серьёзную инженерную школу, обладают умением быстро и нестандартно решать задачи любой сложности»*.

Ресурсы и проблемные зоны в модели ПО. Если с 2017 и до осени 2022 г. число проектов колебалось в пределах 6–9, то с осени 2022 г. возникла необходимость увеличения их количества в связи с участием Центра машиностроения в акселерационных программах «Технет», «Автонет»

и «Студенческий акселератор Сбера» в рамках грантовой поддержки другого подразделения ТГУ – Института экономики, финансов и управления. Для выполнения данной задачи было решено раздробить имеющиеся проекты с тем, чтобы их большая часть вошла в акселерационные программы (Табл. 3)².

Однако рост числа проектов не сопровождался пропорциональным ростом количества руководителей из числа ППС, для большинства которых руководство проектами является дополнительной учебной нагрузкой, не входящей в штатную. При-

влечение большего числа руководителей является проблематичным из-за нехватки преподавателей, имеющих возможность совмещать основную нагрузку с руководством проектными командами. Таким образом, на каждого руководителя приходится руководство двумя и более проектами. Под началом каждого руководителя находится несколько кураторов из числа участников *Togliatti Racing Team*, но при этом их количество непостоянно, поскольку состав команды меняется каждый год. Отсюда наблюдается дисбаланс ресурсов в реализации проектов, который показан в таблице 4.

Таблица 3

Данные по проектам, участвовавшим в акселерационных программах

Table 3

Data of projects participating in accelerator programs

Данные	2023		2024	
	Весна	Осень	Весна	Осень
Проекты, ед.	10	15	15	28
Студенты, чел.	41	132	101 ³	269

Таблица 4

Общее количество проектов, их участников, руководителей и студентов-кураторов в выбранных учебных годах

Table 4

The total number of projects, their participants, supervisors and student leaders at certain academic year

Данные	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22	2022/23	2023/24	2024/25
Проекты, ед.	6	9	9	8	9	12	17	30
Студенты, чел.	105	119	116	66	77	107	132	290
Руководители, чел.	3	4	5	5	5	6	7	9
Кураторы-студенты, чел.	–	–	–	–	5	10	12	15
Партнёры-работодатели, чел.	8	8	8	9	9	10	10	10

Роль указанных в таблице партнёров-работодателей сводится к спонсорской поддержке *Togliatti Racing Team* и трудоустройству её выпускников. Разрастание

модели в плане количества проектов происходит на базе тех же внутренних ресурсов: накопленных компетенций участников *Togliatti Racing Team* и генерации собствен-

² Данные по проектам в таблице 3 включены в общее количество проектов, указанное далее в таблице 4.

³ Снижение количества студентов в проектах в весеннем семестре по сравнению с предшествующим периодом объясняется тем, что в 8 (весеннем) семестре дисциплина «Проектная деятельность» («Предпринимательская деятельность») на бакалавриате и специалитете не реализуется.

ных инженерных идей как руководителей проектов, так и студентов-кураторов. Кроме того, анализ данных по участию в акселерационных программах показывает вынужденное дробление проектов, которое приводит к тому, что один студент-куратор возглавляет работу в нескольких проектах, причём руководитель координирует работы также в нескольких проектах, что неизбежно ведёт к сокращению времени работы с каждым участником проекта. По этой причине возникает дефицит руководителей и кураторов – первая проблема, обнаруженная в реализации сложившейся модели проектного обучения. Данный дефицит влечёт за собой недостаток времени у руководителя для работы с каждым участником проектной команды, в то время как проектная работа в инженерных командах требует индивидуального подхода. На необходимость индивидуализации проектного обучения и её эффекта указывают результаты интервью с одним из руководителей проектов. Наличие данных проблем объясняет другую проблемную зону – недостаточную внутреннюю мотивацию студентов к участию в проектах (*«я участвую в проекте только потому, что мне нужно получить баллы», «чаще всего студентов мало интересует сам проект»*), то есть почти половина респондентов (49,2%) демонстрирует формальную мотивацию.

Подводя итог вышесказанному, подчеркнём, что достижение образовательного результата в рассмотренной модели проектного обучения было отмечено положительной оценкой, но в то же время сопровождается серьёзным дисбалансом ресурсов, и, как следствие, снижается мотивация студентов к участию в проектной работе.

Обсуждение и выводы

Ранее авторами сделаны выводы о необходимости диверсификации содержания проектов и одновременного поиска оптимального соотношения их количества и качества [38]. Однако простое увеличение количества проектов при использовании толь-

ко собственных ресурсов негативно сказывается на мотивации студентов к участию в проектной работе. Результаты проведённого исследования подтверждают тезисы авторов коллективной монографии [12] о необходимости индивидуальной работы руководителя проекта с каждым его участником в силу специфики инженерной деятельности – вопрос, практически не представленный в источниках о реализации проектного обучения в инженерном вузе.

Полученные результаты дополняют картину изысканий, в фокусе которых находятся мнения и оценки стейкхолдеров [21; 33] как обратная связь от апробации модели проектного обучения в подготовке инженеров. Кроме того, результаты исследования говорят о необходимости поиска путей совершенствования организационно-содержательного аспекта модели проектного обучения с целью формирования внутренней мотивации студентов к инженерной деятельности, что было показано ранее в плане выявления убедительной положительной связи между проектным обучением и повышением внутренней мотивации студентов к овладению профессиональными компетенциями [27] и к будущей профессии инженера [19]. В то же время требуют изучения причины негативного отношения к проектному обучению в связи с тем, что работы по проекту могут восприниматься как избыточная нагрузка, что, как было показано ранее, снижает качество обучения в проекте и делает его более поверхностным [40]. Для решения проблемы формальной мотивации, как подчёркивают авторы исследования [41], *«... важно сохранять фокус на внутренней мотивации в коммуникации со студентами, то есть делать акцент не на кредитах, которые нужно «закрыть», и задолженности, которая возникнет в ином случае, а на самих проектах – как доступных возможностях»* [41, с. 34–35].

Практика поиска партнёров среди промышленных предприятий (а участие в соревнованиях обязательно требует поиска

спонсоров и партнёров), обеспечивающая реальную возможность коммуникации между студенческими командами и промышленными партнёрами и описанная в работе [8], может стать способом диверсификации уже сложившейся модели проектного обучения в сторону развития продуктивных проектов от внешних заказчиков.

Представленная в статье организация проектного обучения на основе обучения студенческой инженерной команды *Formula Student* так же, как и проекты от промышленных партнёров [42; 43], позволяет успешно осваивать инженерную деятельность. Результаты настоящего исследования подводят к ряду выводов. Достижение образовательного и проектного результатов в модели проектного обучения, реализуемой в Центре машиностроения ТГУ, характеризуется положительными оценками со стороны всех участников образовательного процесса. В то же время выявлены проблемы в осуществлении проектного обучения, а именно:

- преобладание внешней мотивации у половины студентов;
- дефицит руководителей и учебных часов, выделяемых на руководство проектами в течение ограниченного периода времени и как следствие недостаточная индивидуальная работа с проектными командами;
- диверсификация модели проектного обучения в плане количества и содержания проектов, реализация которой только за счёт имеющихся ресурсов руководителей и участников команды *Togliatti Racing Team* проблематично.

Выявленные проблемные зоны взаимосвязаны в том плане, что формирование мотивации к работе в проекте для саморазвития, приобретения новых компетенций видится через индивидуализацию обучения. Положительный результат индивидуальной работы в плане формирования искомой мотивации был отмечен в интервью с одним из руководителей проектов. Необходимо также задействовать потенциал роли куратора-студента в проекте, то есть привлекать к

этой роли студентов, не являющихся участниками *Togliatti Racing Team*. Интервью с работодателем обозначило необходимость привлечения внешних ресурсов, которые, с одной стороны, могли бы стать ответом на потребность работодателей в более быстрой адаптации выпускников к производственным процессам. С другой стороны, кейсы от работодателей, привлечение большего числа промышленных заказчиков для диверсификации проектов в плане их содержания и софинансирования с последующим трудоустройством выпускников Центра машиностроения в соответствии с содержанием реализуемых проектов могут стать дополнительным ресурсом для поддержания тенденции к увеличению количества проектов, их содержательной диверсификации и в то же время для формирования внутренней мотивации у участников проектных команд.

Заключение

На основе анализа научной литературы были выделены типы моделей проектного обучения в инженерных вузах нашей страны: с ориентацией на образовательный, проектный и продуктивный результаты, а также сочетание этих типов. Результаты данного исследования могут представлять интерес с точки зрения путей развития и получения более качественных результатов от внедрения проектного обучения, построенного на обучении постоянно функционирующей студенческой инженерной команды и ориентированного на получение образовательного и проектного результатов. Поиск ответов на вопросы исследования заставляет заглянуть «внутрь» внедряемой модели и изучить возникающие проблемы. Диверсификация проектов только за счёт внутренних ресурсов Центра машиностроения и дальнейшей декомпозиции имеющихся инженерно-образовательных задач не явилась лучшим решением. При этом участие в акселерационных программах не позволяет сокращать количество проектов, а наоборот требует дальнейшего увеличения их числа. На фоне

положительной оценки результатов проектного обучения со стороны всех стейкхолдеров были выявлены проблемные зоны: недостаток ресурсов в плане руководства и низкая внутренняя мотивация студентов к участию в проектах, причём последняя является следствием первой проблемы. Решение видится, с одной стороны, в усилении индивидуальной работы со всеми участниками проектных команд за счёт развития кураторства среди студентов, а с другой стороны, в привлечении кейсов и консультантов от работодателей для пополнения ресурсов руководства проектными командами и содержания самих проектов.

Литература

1. *Расторгуев Д.А., Левашкин Д.Г., Логинов Н.Ю., Козлов А.А., Гуляев В.А.* Методика анализа образовательных программ по критерию их цифровой ориентированности // *Инженерное образование*. 2020. № 28. С. 61–72. EDN: JBAEJT.
2. *Morgan A.* Theoretical Aspects of Project-Based Learning in Higher Education // *British Journal of Educational Technology*. 1983. Vol. 14. No. 1. P. 66–78. DOI: 10.1111/j.1467-8535.1983.tb00450.x
3. *Муллер О.Ю.* Теоретические и практические аспекты внедрения проектного обучения в вузе // *Гуманитарно-педагогические исследования*. 2021. Т. 5. № 1. С. 6–9. DOI: 10.18503/2658-3186-2021-5-1-6-9
4. *Кудинова О.С.* Проектная деятельность в вузе как основа инноваций // *Современные проблемы науки и образования*. 2018. № 4. С. 104. EDN: YMGZGP.
5. *Певная М.В., Боронина Л.Н., Кульминская А.В.* Актуальные вопросы реализации проектного обучения в высшей школе // *Высшее образование в России*. 2024. Т. 33. № 12. С. 142–154. DOI: 10.31992/0869-3617-2024-33-12-142-154
6. *Обухова М.В., Вялкова Е.И., Сидоренко О.В.* Концепция реализации проектной деятельности в университете // *Инженерное образование*. 2023. № 34. С. 170–179. DOI: 10.54835/18102883_2023_34_15
7. *Фадеев А.С., Герди В.Н., Балтян В.К., Фёдоров В.Г.* Интеграция образования, науки и производства: от базиса к реалиям // *Высшее образование в России*. 2016. № 4. С. 55–63. EDN: VUBISV.
8. *Davies H.C.* Formula Student as Part of a Mechanical Engineering Curriculum // *European Journal of Engineering Education*. 2013. Vol. 38. No. 5. P. 485–496. DOI: 10.1080/03043797.2013.811474
9. *Davies H.C.(b)* Integrating a Multi-University Design Competition Into a Mechanical Engineering Design Curriculum Using Modern Design Pedagogy // *Journal of Engineering Design*. 2013. Vol. 24. No. 5. P. 383–396. DOI: 10.1080/09544828.2012.761679
10. *Наумкин Н.И., Глушко Д.Е., Купряшкин В.Ф., Абушаева З.Х.* Создание проектно-деятельностной образовательной среды для инновационной подготовки будущих инженеров // *Интеграция образования*. 2024. Т. 28. № 2. С. 172–192. DOI: 10.15507/1991-9468.115.028.202402.172-192
11. *Talmi I., Hazzan O., Katz R.* Intrinsic Motivation and 21st-Century Skills in an Undergraduate Engineering Project: The Formula Student Project // *Higher Education Studies*. 2018. Vol. 8. No. 4. P. 46–58. DOI: 10.5539/hes.v8n4p46
12. *Нагорнова А.Ю., Виниченко М.А., Ли Н.И. и др.* Развитие современного вуза: новые методы и технологии: кол. монография; отв. ред. А.Ю. Нагорнова. Ульяновск: ИП Кеньшенская Виктория Валерьевна (издательство «Зебра»), 2021. 542 с. ISBN 978-5-6045688-3-5. EDN: INMUNG.
13. *Федюкина Т.В., Сазонова З.С.* Проектирование подготовки по техносферной безопасности будущих инженеров для автомобильно-дорожной отрасли экономики // *Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина»*. 2015. № 4 (68). С. 39–44. EDN: ULVCVJ.
14. *Ковалёв И.В., Логинов Ю.Ю., Зеленков П.В.* Подготовка инженеров с использованием проектно-ориентированного обучения // *Высшее образование в России*. 2015. № 6. С. 5–11. EDN: UDQZTV.
15. *Проектное обучение: практики внедрения в университетах: под общ. ред. О.В. Лешукова, Н.В. Исаевой, Л.А. Евстратовой.* Издательский

- дом «НИУ ВШЭ», 2018. 152 с. ISBN: 978-5-7598-1916-5. DOI: 10.17323/978-5-7598-1916-5
16. Синельников С.А. Международный образовательный проект «Formula Student» как система практикоориентированного обучения специалистов мирового автопрома // Школа университетской науки: парадигма развития. 2014. № 1(11). С. 48–51. EDN: QWXBXC.
 17. Разятов М.В., Салатов Н.И., Десяткина К.В. Студенческие научно-инженерные сообщества как действенный способ популяризации технического творчества молодёжи (на примере студенческой команды UGATU Racing Team) // Мавлютовские чтения: материалы XVI Всероссийской молодёжной научной конференции. 2022. Т. 6. С. 837–847. EDN: NGHVTC.
 18. Balve P., Albert M. Project-based Learning in Production Engineering at the Heilbronn Learning Factory // Procedia CIRP. 2015. Vol. 32. P. 104–108. DOI: 10.1016/j.procir.2015.02.215
 19. Beier M.E., Kim M.H., Saterbak A., Leautaud V., Bisbnoi S., Gilberto J.M. The Effect of Authentic Project-Based Learning on Attitudes and Career Aspirations in STEM // Journal of Research in Science Teaching. 2019. Vol. 56. P. 1–21. DOI:10.1002/tea.21465
 20. Miranda M., Saiz-Linares Á., da Costa A., Castro J. Active, Experiential and Reflective Training in Civil Engineering: Evaluation of a Project-Based Learning Proposal // European Journal of Engineering Education. 2020. Vol. 45. No. 6. P. 937–956. DOI: 10.1080/03043797.2020.1785400
 21. Vaz R.F., Quinn P. Benefits of a Project-Based Curriculum: Engineering Employers' Perspectives // 122nd ASEE Annual Conference & Exposition, June 14–17. 2015. Seattle, Washington. P. 26.278.1–26.278.13. DOI: 10.18260/p.23617
 22. Ortwein H., Heußner S. Formula Student – A Successful Part of Engineering Education // Internationales Stuttgarter Symposium. Proceedings. 2016. P. 619–620. DOI: 10.1007/978-3-658-13255-2_46
 23. Sato H., Fujimoto S., Kataoka S. Practical Engineering Education by Student Formula Project // The Proc. of Conference of Kanto Branch. 2009. Vol. 15. P. 353–354. DOI: 10.1299/jsme-kanto.2009.15.353
 24. Kusaka K. Personnel Training by New Technological Development and the Effect Through Competing Student Formula SAE Competition // Journal of JSEE. 2011. Vol. 59. No. 4. P. 99–104. DOI: 10.4307/jsee.59.4_99
 25. Okazaki A., Oguri Y., Miyake H. A Methodology for Student Formula Program in Engineering Education: By Applying the P2M // Journal of International Association of P2M. 2016. Vol. 11. No. 1. P. 74–84. DOI: 10.20702/iappmjour.11.1_74
 26. Arntzen A.A.B., Vold T., Lara-Bercial P.J. A Model for an Effective Learning Process in Higher Education: An Example from Three Use Cases // Proc. of the 23rd European Conference on Knowledge Management, ECKM 2022. P. 37–43. DOI: 10.34190/eckm.23.1.737
 27. Lara-Bercial P.J., Gaya-Lypez M.C., Martínez-Orozco J.-M., Lavado-Anguera S. PBL Impact on Learning Outcomes in Computer Engineering: A 12-Year Analysis // Education Sciences. 2024. Vol. 14. No. 6. Article no. 653. DOI: 10.3390/educsci14060653
 28. Terrón-López, M.J., García-García, M.J., Velasco-Quintana, P.J., Ocampo, J., Vigil Montaña, M.R., Gaya-López, M.C. Implementation of a Project-Based Engineering School: Increasing Student Motivation and Relevant Learning // European Journal of Engineering Education. 2016. Vol. 42. No. 6. P. 618–631. DOI: 10.1080/03043797.2016.1209462
 29. Rodríguez, J., Laverón-Simavilla, A., del Cura J.M., Ezquerro J.M., Laquerta V., Cordero-Gracia M. Project Based Learning Experiences in the Space Engineering Education at Technical University of Madrid // Advances in Space Research. 2015. Vol. 56. No. 7. P. 1319–1330. DOI: 10.1016/j.asr.2015.07.003
 30. Helle L., Tynjälä, P., Olkinuora E., Lonka K. 'Ain't Nothin' Like the Real Thing'. Motivation and Study Processes on a Work-Based Project Course in Information Systems Design // British Journal of Educational Psychology. 2007. Vol. 77. P. 397–411. DOI:10.1348/000709906X105986
 31. Rendón A., Martínez F. Impact of Project-Based Learning on Conceptual Achievements and Motivation of Technology Students in Electricity // World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences. 2024. Vol. 12. No. 02. P. 001–008. DOI: 10.30574/wjaets.2024.12.2.0262
 32. Picard C., Hardebolle C., Tormey R., Schiffmann J. Which Professional Skills Do Students Learn in Engineering Team-Based Projects? // European Journal of Engineering Education. 2021. Vol. 47. No. 2. P. 314–332. DOI: 10.1080/03043797.2021.1920890

33. Lima R.M., Carvalho D., Assunção Flores M., Van Hattum-Janssen N. A Case Study on Project Led Education in Engineering: Students' and Teachers' Perceptions // *European Journal of Engineering Education*. 2007. Vol. 32. No. 3. P. 337–347. DOI: 10.1080/03043790701278599
34. Сысоев А.А., Весна Е.Б., Александров Ю.И. О современной модели инженерной подготовки // *Высшее образование в России*. 2019. Т. 28. № 7. С. 94–101. DOI: 10.31992/0869-3617-2019-28-7-94-101
35. Казун А.П., Пастухова А.С. Практики применения проектного метода обучения: опыт разных стран // *Образование и наука*. 2018. Т. 20. № 2. С. 32–59. DOI: 10.17853/1994-5639-2018-2-32-59
36. Borrego M., Douglas E.P., Amelink C.T. Quantitative, Qualitative, and Mixed Research Methods in Engineering Education // *Journal of Engineering Education*. 2009. Vol. 98. No. 1. P. 53–66. DOI:10.1002/j.2168-9830.2009.tb01005.x
37. *Философская энциклопедия: глав. ред. Ф.В. Константинов. М.: Сов. энциклопедия, 1960.*
38. Bobrovskii A.V., Bazbutina M.M., Gorokhova D.A., Chizbatkina E.D. The Project-Based Learning Model of Training Engineers: Exploring Opportunities for Building an Individual Learning Trajectory from the Students' and Instructors' Perspectives // *Perspektivy nauki i obrazovaniya – Perspectives of Science and Education*. 2024. Vol. 69. No. 3. P. 179–191. DOI: 10.32744/pse.2024.3.11
39. Бобровский А.В. Бажутина М.М., Зотов А.В. Проектно-ориентированная подготовка инженеров: кейс Тольяттинского государственного университета // *Образование России и актуальные вопросы современной науки: Сборник статей VII Всероссийской научно-практической конференции, Пенза, 20–21 мая 2024 г.* Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, Пензенский государственный университет, 2024. С. 43–46. EDN: EWPURF.
40. Dolmans D.H.J.M., Loyens S.M.M., Marcq H., Gijbels D. Deep and Surface Learning in Problem-Based Learning: A Review of the Literature // *Advances in Health Sciences Education*. 2015. Vol. 21(5). P. 1087–1112. DOI: 10.1007/s10459-015-9645-6
41. Ефимова Е.А., Хабенсон Т.Е. Магистерские программы Института образования НИУ ВШЭ: практики применения проектного обучения: учеб. пособие. М.: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2023. 68 с. ISBN: 978-5-7598-2794-8. EDN: TJOJWW.
42. Боровков А.И. и др. Современное инженерное образование: учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. 80 с. ISBN: 978-5-7422-3765-5. EDN: TYXUXF.
43. Sanger P. Integrating Project Management, Product Design with Industry Sponsored Projects Provides Stimulating Senior Capstone Experiences // *International Journal of Engineering Pedagogy*. 2011. Vol. 1(2). No. 13. P. 13–18. DOI: 10.3991/ijep.vli2.1682

Благодарности. Авторы искренне благодарят анонимного рецензента за конструктивные замечания и ценные предложения, которые помогли улучшить статью.

Статья поступила в редакцию 27.12.2024

Принята к публикации 13.03.2025

References

1. Rastorguev, D.A., Levashkin, D.G., Loginov, N.Yu., Kozlov, A.A., Gulyaev, V.A. (2020). Analysis Technique for Educational Programs by the Criterion of Their Digital Orientation. *Inzhenernoe obrazovanie = Engineering Education*. No. 28, pp. 61–72. Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_46130896_98809029.pdf (accessed 20.01.2025). (In Russ., abstract in Eng.).
2. Morgan, A. (1983). Theoretical Aspects of Project-Based Learning in Higher Education. *British Journal of Educational Technology*. Vol. 14, no. 1, pp. 66–78, doi: 10.1111/j.1467-8535.1983.tb00450.x
3. Muller, O.Yu. (2021). Theoretical and Practical Aspects of the Implementation of Project Training in the University. *Gumanitarno-pedagogicheskie issledovaniya = Humanitarian and Pedagogical Research*. Vol. 5, no. 1, pp. 6–9, doi: 10.18503/2658-3186-2021-5-1-6-9 (In Russ., abstract in Eng.).

4. Kudinova, O.S., Skulmovskaya, L.G. (2018). Project Activities in the University as a Basis of Innovation. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* = *Modern Problems of Science and Education*. No. 4, pp. 104. Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_36344908_44274270.pdf (accessed 20.01.2025). (In Russ., abstract in Eng.).
5. Pevnaya, M.V., Boronina, L.N., Kulminskaya, A.V. (2024). Current Issues in Implementing Project-Based Learning in Higher School. *Vysshee obrazovanie v Rossii* = *Higher Education in Russia*. Vol. 33, no. 12, pp. 142-154, doi: 10.31992/0869-3617-2024-33-12-142-154 (In Russ., abstract in Eng.).
6. Obukhova, M.V., Vyalkova, E.I., Sidorenko, O.V. (2023). Concept for Implementing Project Activities at the University. *Inzhenernoe Obrazovanie* = *Engineering Education*. No. 34, pp. 170-179, doi: 10.54835/18102883_2023_34_15 (In Russ., abstract in Eng.).
7. Fadeev, A.S., Gerdi, V.N., Baltian, V.K., Fedorov, V.G. (2016). Integration of Education, Science and Production: From Baseline to Reality. *Vysshee obrazovanie v Rossii* = *Higher Education in Russia*. No. 4, pp. 55-63. Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_25867189_43605477.pdf (accessed 20.01.2025). (In Russ., abstract in Eng.).
8. Davies, H.C. (2013). Formula Student as Part of a Mechanical Engineering Curriculum. *European Journal of Engineering Education*. Vol. 38, no. 5, pp. 485-496, doi: 10.1080/03043797.2013.811474
9. Davies, H.C. (b). (2013). Integrating a Multi-University Design Competition into a Mechanical Engineering Design Curriculum Using Modern Design Pedagogy. *Journal of Engineering Design*. Vol. 24, no. 5, pp. 383-396, doi: 10.1080/09544828.2012.761679
10. Naumkin, N.I., Glushko, D.E., Kupryashkin, V.F., Abushaeva, Z.Kh. (2024). Creating Project-Activity Educational Environment for Innovative Training of Future Engineers. *Integratsiya obrazovaniya* = *Integration of Education*. Vol. 28, no. 2, pp. 172-192, doi: 10.15507/1991-9468.115.028.202402.172-192
11. Talmi, I., Hazzan, O., Katz, R. (2018). Intrinsic Motivation and 21st-Century Skills in an Undergraduate Engineering Project: The Formula Student Project. *Higher Education Studies*. Vol. 8, no. 4, pp. 46-58, doi: 10.5539/hes.v8n4p46
12. Nagornova, A.Yu. et al. *Development of a Modern University: New Methods and Technologies: A Collective Monograph*; ed. by A.Yu. Nagornova. Ulyanovsk: "Zebra" publishing house, 2021. 542 p. Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_46174272_90563790.pdf (accessed 20.01.2025). (In Russ.).
13. Fedyukina, T.V., Sazonova, Z.S. (2015). Designing the Process of Preparing Future Engineers to Solve Problems Arising from the Dangers Associated with the Operation of Technosphere Objects Belonging to Automobile and Road Construction Industries. *Vestnik Federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego professional'nogo obrazovaniya "Moskovskii gosudarstvennyi agroinzhenernyi universitet imeni V.P. Goryachkina"* = *Vestnik of Federal State Educational Establishment of Higher Professional Education "Moscow State Agroengineering University Named after V.P. Goryachkin"*. No. 4, pp. 39-44. Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_46174272_90563790.pdf (accessed 20.01.2025). (In Russ.). (In Russ., abstract in Eng.).
14. Kovalev, I.V., Loginov, Yu.Y., Zelenkov, P.V. (2015). Training the Engineers Using the Project-Oriented Teaching. *Vysshee obrazovanie v Rossii* = *Higher education in Russia*. No. 6, pp. 5-11. Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_46174272_90563790.pdf (accessed 20.01.2025). (In Russ.). (In Russ., abstract in Eng.).
15. Evstratova, L.A., Isaeva, N.V., Leshukova, O.V. (Eds.). (2018). *Project Training: Implementation Practices at Universities*. Moscow: Higher School of Economics. 2018. 152 p., doi: 10.17323/978-5-7598-1916-5 (In Russ.).

16. Sinelnikov, S.L. (2014). International Educational Project “Formula Student” as a System of Practice-Oriented Training of Specialists of the World Automotive Industry. *Sbkola universitetskoj nauki: paradigma razvitiya = School of University Science: Paradigm of Development*. No. 1(11), pp. 48-51. Available at: https://www.tolgas.ru/upload/medialibrary/6fc/sh_1%2811%292014.pdf (accessed 20.01.2025). (In Russ.).
17. Razyapov, M.V., Salatov, N.I., Desyatkina, K.V. (2022). [Student Scientific and Engineering Communities as an Effective Way to Popularize Technical Creativity of Young People (on the Example of the Student Team UGATU Racing Team)]. In: *Mavlyutovskie chteniya: materialy XVI Vserossijskoj molodezbnnoj nauchnoj konferencii* [Mavlyutov readings: XVI All-Russian Youth Scientific Conference. October 25-27, 2022]. Ufa, pp. 837-847. Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_49796949_39665505.pdf (accessed 20.01.2025). (In Russ.).
18. Balve, P., Albert, M. (2015). Project-Based Learning in Production Engineering at the Heilbronn Learning Factory. *Procedia CIRP*. Vol. 32, pp. 104-108, doi: 10.1016/j.procir.2015.02.215
19. Beier, M.E., Kim, M.H., Saterbak, A., Leautaud, V., Bishnoi, S., Gilberto, J.M. (2019). The Effect of Authentic Project-Based Learning on Attitudes and Career Aspirations in STEM. *Journal of Research in Science Teaching*. Vol. 56, no. 1, pp. 3-23, doi: 10.1002/tea.21465
20. Miranda, M., Saiz-Linares, B., da Costa, A., Castro, J. (2020). Active, Experiential and Reflective Training in Civil Engineering: Evaluation of a Project-Based Learning Proposal. *European Journal of Engineering Education*. Vol. 45, no. 6, pp. 937-956, doi: 10.1080/03043797.2020.1785400
21. Vaz, R.F., Quinn, P. (2015). Benefits of a Project-Based Curriculum: Engineering Employers’ Perspectives. In: *122nd ASEE Annual Conference & Exposition*, 14-17 June 2015, Seattle, Washington, pp. 26.278.1–26.278.13, doi: 10.18260/p.23617
22. Ortwein, H., Heußner, S. (2016). Formula Student – A Successful Part of Engineering Education. In: Bargende, M., Reuss, H.C., Wiedemann, J. (Eds) *16. Internationales Stuttgarter Symposium. Proceedings*. Springer, Wiesbaden, doi: 10.1007/978-3-658-13255-2_46
23. Sato, H., Fujimoto S., Kataoka, S. (2009). Practical Engineering Education by Student Formula Project. In: Sato, H., Fujimoto S., Kataoka, S. (Eds). *The Proceedings of Conference of Kanto Branch*, 2009, vol. 15, pp. 353-354, doi: 10.1299/jsmekanto.2009.15.353. (In Jap., abstract in Eng.).
24. Kusaka, K. (2011). Personnel Training by New Technological Development and the Effect through Competing Student Formula SAE Competition. *Journal of JSEE*. Vol. 59, no. 4, pp. 99-104, doi: 10.4307/jsee.59.4_99. (In Jap., abstract in Eng.).
25. Okazaki, A., Oguri, Y., Miyake, H. (2016). A Methodology for Student Formula Program in Engineering Education: By Applying the P2M. *Journal of International Association of P2M*. Vol. 11, no. 1, pp. 74-84, doi: 10.20702/iappmjour.11.1_74
26. Arntzen, A.A.B., Vold, T., Lara-Bercial, P.J. (2022). A Model for an Effective Learning Process in Higher Education: An Example from Three use Cases. *Proc. of the 23rd European Conference on Knowledge Management, ECKM*. Pp. 37-43, doi: 10.34190/eckm.23.1.737
27. Lara-Bercial, P.J., Gaya-Lopez, M.C., Martínez-Orozco, J.-M., Lavado-Anguera, S. (2024). PBL Impact on Learning Outcomes in Computer Engineering: A 12-Year Analysis. *Education Sciences*. Vol. 14, no. 6, article no. 653, doi: 10.3390/educsci14060653
28. Terrón-López, M.J., García-García, M.J., Velasco-Quintana, P.J., Ocampo, J., Vigil Montaña, M.R., Gaya-López, M.C. (2016). Implementation of a Project-Based Engineering School: Increasing Student Motivation and Relevant Learning. *European Journal of Engineering Education*. Vol. 42, no. 6, pp. 618-631, doi: 10.1080/03043797.2016.1209462

29. Rodríguez, J., Laverón-Simavilla, A., del Cura, J.M., Ezquerro, J.M., Lapuerta, V., Cordero-Gracia, M. (2015). Project Based Learning Experiences in the Space Engineering Education at Technical University of Madrid. *Advances in Space Research*. Vol. 56, no. 7, pp. 1319-1330, doi: 10.1016/j.asr.2015.07.003
30. Helle, L., Tynjälä, P., Olkinuora, E., Lonka, K. (2007). 'Ain't Nothin' Like the Real Thing'. Motivation and Study Processes on a Work-Based Project Course. in Information Systems Design. *British Journal of Educational Psychology*. Vol. 77, pp. 397-411, doi: 10.1348/000709906X105986
31. Rendón, A., Martínez, F., (2024). Impact of Project-Based Learning on Conceptual Achievements and Motivation of Technology Students in Electricity. *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*. Vol. 12, no. 02, pp. 001-008, doi: 10.30574/wjaets.2024.12.2.026232.
32. Picard, C., Hardebolle, C., Tormey, R., Schiffmann, J. (2021). Which Professional Skills Do Students Learn in Engineering Team-Based Projects? *European Journal of Engineering Education*. Vol. 47, no. 2, pp. 314-332, doi: 10.1080/03043797.2021.1920890
33. Lima, R. M., Carvalho, D., Assunção Flores, M., Van Hattum-Janssen, N. (2007). A Case Study on Project Led Education in Engineering: Students' and Teachers' Perceptions. *European Journal of Engineering Education*. Vol. 32, no. 3, pp. 337-347, doi: 10.1080/03043790701278599
34. Sysoev, A.A., Vesna, E.B., Aleksandrov, Yu.I. (2019). About a New Model of Engineering Training. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 28, no. 7, pp. 94-101, doi: 10.31992/0869-3617-2019-28-7-94-101 (In Russ., abstract in Eng.).
35. Kazun, A.P., Pastukhova, L.S. (2018). The Practices of Project-Based Learning Technique Application: Experience of Different Countries. *Obrazovanie i nauka = The Education and Science Journal*. Vol. 20, no. 2, pp. 32-59, doi: 10.17853/1994-5639-2018-2-32-59. (In Russ., abstract in Eng.).
36. Borrego, M., Douglas, E.P., Amelink, C.T. (2009). Quantitative, Qualitative, and Mixed Research Methods in Engineering Education. *Journal of Engineering Education*. Vol. 98, no. 1, pp. 53-66, doi: 10.1002/j.2168-9830.2009.tb01005.x
37. Philosophical Encyclopedia: Chief Ed. F.V. Konstantinov. Moscow: Soviet Encyclopedia, 1960.
38. Bobrovskii, A.V., Bazhutina, M.M., Gorokhova, D.A., Chizhatkina, E.D. (2024). The Project-Based Learning Model of Training Engineers: Exploring Opportunities for Building an Individual Learning Trajectory from the Students' and Instructors' Perspectives. *Perspektivy nauki i obrazovania = Perspectives of Science and Education*. Vol. 69, no. 3, pp. 179-191, doi: 10.32744/pse.2024.3.11
39. Bobrovskii, A.V., Bazhutina, M.M., Zotov A.V. (2024). [Project-Based Training of Engineers: A Case from Togliatti State University]. In: *Obrazovanie Rossii i aktual'nye voprosy sovremennoi nauki : Sbornik statei VII Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Russia's Education and Urgent Problems of Modern Science: VII Sci. and Pract. Conf. 14-15 May 2024]. Penza : State Agrarian University, Penza State University, pp. 43-46. Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_68534994_27417123.pdf (accessed 20.01.2025). (In Russ., abstract in Eng.).
40. Dolmans, D.H.J.M., Loyens, S.M.M., Marcq, H., Gijbels, D. (2015). Deep and Deep and Surface Learning in Problem-Based Learning: A Review of the Literature. *Advances in Health Sciences Education*. Vol. 21(5), pp. 1087-1112, doi: 10.1007/s10459-015-9645-6
41. Efimova, E.A., Havenson, T.E. (2023). *Magisterskie programmy Instituta obrazovaniya NIU VSbE: praktiki primeneniya proektnogo obucheniya* [Master's Programs of the Institute of Education. HSE: Practices of Implementing Project-Based Learning]: A Study Guide. Moscow: National Research University Higher School of Economics. 68 c. ISBN: 978-5-7598-2794-8. Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_54510158_76046731.pdf (accessed 20.01.2025). (In Russ.).

42. Borovkov, A.I., Burdakov, S.F., Klyavin, O.I., Melnikova, M.P., Palmov, V.A., Silina, E.N. (2012). *Sovremennoe inzhenernoe obrazovanie* [Modern Engineering Education]: A Study Guide. St. Petersburg: Publishing House of the Polytechnic University, 80 p. ISBN: 978-5-7422-3765-5. Available at: <https://csr-nw.ru/upload/iblock/5f1/инж.%20обр.pdf?ysclid=m9zg7dh33h652155985> (accessed 20.01.2025). (In Russ.).
43. Sanger, P. (2011). Integrating Project Management, Product Design with Industry Sponsored Projects Provides Stimulating Senior Capstone Experiences. *International Journal of Engineering Pedagogy*. Vol. 1(2), no. 13, pp. 13-18, doi: 10.3991/ijep.v1i2.1682

Acknowledgement. The authors would like to thank the anonymous reviewer for their insightful comments and valuable suggestions that helped to improve the article.

*The paper was submitted 27.12.2024
Accepted for publication 13.03.2025*

Сведения для авторов

К публикации принимаются статьи, как правило, не превышающие 40000 знаков.

Название файла со статьёй – фамилии и инициалы авторов. Таблицы, схемы и графики должны быть представлены в формате MS Word (с возможностью редактирования) и вставлены в текст статьи. Подписи к рисункам, графикам, диаграммам, таблицам должны быть продублированы на английском языке.

Рукопись должна включать следующую информацию *на русском и английском языках*:

- название статьи (не более шести-семи слов);
- сведения об авторах (ФИО полностью, учёное звание, учёная степень, должность, ORCID, Researcher ID, e-mail, название организации с указанием полного адреса и индекса);
- аннотация и ключевые слова (отразить цель работы, методы, основные результаты и выводы, объём – не менее 250–300 слов, или 20–25 строк); весь блок на английском языке должен быть прочитан и одобрен специалистом-лингвистом или носителем языка;
- литература (15–25 и более источников). Ссылки даются в порядке упоминания.

В целях расширения читательской аудитории и выхода в международное научно-образовательное пространство рекомендуется включать в список литературы (References) зарубежные источники. Важно: при оформлении References имена авторов должны указываться в оригинальной транскрипции (не транслитом!), а название источника – в том виде, в каком он был опубликован. Если источник имеет DOI, его следует указывать.

Если в статье имеется раздел «Благодарность» (Acknowledgement), то в англоязычной части статьи следует разместить его перевод на английский язык.

Рекомендуем перед отправкой рукописи в редакцию убедиться, что статья оформлена по нашим правилам.