

Гуманитарно-педагогические исследования. 2026. Т. 10. № 2. С. 14–19.  
Humanitarian and pedagogical Research, 2026, vol. 10, no. 2, pp. 14–19.

Научная статья

УДК 378.147:669

doi: 10.18503/2658-3186-2026-10-2-14-19

### Проблемное обучение будущих металлургов дизайну инновационных технологий в обработке металлов давлением

Анна Михайловна Барышникова<sup>1</sup>, Павел Михайлович Барышников<sup>2</sup>

Юлия Викторовна Барышникова<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, Магнитогорск, Россия

<sup>1</sup>anyabar@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2406-4095>

<sup>2</sup>pavelbar26@mail.ru, Author ID 122 45 47

<sup>3</sup>jvb72@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5320-4726>

Юлия Викторовна Барышникова, [jvb72@mail.ru](mailto:jvb72@mail.ru)

Автор, ответственный за переписку: Юлия Викторовна Барышникова, [jvb72@mail.ru](mailto:jvb72@mail.ru)

**Аннотация.** В статье рассматривается процесс обучения будущих металлургов дизайну инновационных технологий. Актуальность исследования обусловлена необходимостью введения в процесс профессиональной подготовки инновационных методов обучения, постановки технических заданий проблемного характера в современном формате, направленных на развитие умений студентов самостоятельно проектировать составляющие производственного процесса, например, материал с заданными свойствами и представлять его, то есть мыслить сложными инженерными системами. Целью исследования является описание и обобщение опыта работы по обучению студентов Магнитогорского государственного технического университета им. Г. И. Носова (направление подготовки 22.04.02 «Металлургия») проектированию инновационных технологий в обработке металлов давлением. Специфика исследования определяет методологию, а именно принципы, применяемые при проведении исследования: модульного обучения, профессиональной направленности и проблемного подхода. Модули включают обучение выбору стратегии обработки материала, проектированию режимов обработки, получению требуемой структуры и свойств, экспериментальному исследованию и анализу результатов и оформлению технического задания. Проблемный подход выступает необходимым компонентом инновационного инженерного образования, поэтому каждое задание представляется как проблемное техническое задание от виртуального промышленного заказчика и воплощает принцип профессиональной направленности. Новизна исследования заключается в применении проблемных заданий в профессиональной подготовке будущих металлургов. Значимость исследования заключается в том, что описываемый авторами опыт работы способствует совершенствованию профессиональной подготовки выпускника металлургического направления, способного обеспечивать технологическое лидерство металлургической отрасли страны.

**Ключевые слова:** профессиональное образование, проблемное задание, проектирование инновационных технологий, модульное обучение, подготовка выпускника, металлургическое направление

**Для цитирования:** Барышникова А. М., Барышников П. М., Барышникова Ю. В. Проблемное на обучение будущих металлургов дизайну инновационных технологий в обработке металлов давлением // Гуманитарно-педагогические исследования. 2026. Т. 10. № 2. С. 14–19. doi: 10.18503/2658-3186-2026-10-2-14-19.

Original article

### Teaching future metallurgists to design innovative technologies of metal working as problem solving

Anna M. Baryshnikova<sup>1</sup>, Pavel M. Baryshnikov<sup>2</sup>

Yulia V. Baryshnikova<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia

<sup>1</sup>anyabar@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2406-4095>

<sup>2</sup>Author ID 122 45 47, [pavelbar26@mail.ru](mailto:pavelbar26@mail.ru)

<sup>3</sup>jvb72@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5320-4726>

Corresponding author: Yulia V. Baryshnikova, [jvb72@mail.ru](mailto:jvb72@mail.ru)

© Барышникова А. М., Барышников П. М., Барышникова Ю. В., 2026.

**Abstract.** This article discusses the process of teaching future metallurgists how to design innovative technologies. The relevance of the study is due to the need to introduce innovative teaching methods, to set students tasks into a modern format involving them in problem solving. The aim of problem tasks is to develop students' abilities independently design a material with specificized properties, to teach them to think in terms of complex engineering systems. The purpose of the study is to describe and summarize the experience of teaching students majoring in the field of 22.04.02 "Metallurgy" how to design innovative technologies of metal forming. The specifics of the study determine the methodology, namely the principles used in the study: modular training, professional orientation, and a problem-based approach. The modules include training in selecting a metal processing strategy, designing processing modes, obtaining the required structure and properties, conducting experimental research and analyzing the results, and creating a technical assignment. A problem-based approach is an essential component of innovative engineering education, and we present each task as a problem-based technical task of a virtual industrial customer, which also embodies the principle of professional orientation. The novelty of this research lies in the application of problem-based tasks in the professional training of future metallurgists. The significance of the research lies in the fact that the teaching experience described by the authors contributes to the training of a metallurgical graduate who can ensure the prosperity of their hometown and the technological leadership of the country's metallurgical industry.

**Keywords:** professional education, problem task, design of innovative technologies, modular training, metallurgical field

**For citation:** Baryshnikova A. M., Baryshnikov P. M., Baryshnikova Yu. V. Teaching future metallurgists to design innovative technologies of metal working as problem solving, *Gumanitarno-pedagogicheskie issledovaniya = Humanitarian and pedagogical Research*, 2026, vol. 10, no. 2, pp. 14–19 (In Russ.). doi: 10.18503/2658-3186-2026-10-2-14-19.

## Введение

Традиционные учебные задачи в условиях объяснительно-иллюстративного обучения учат студентов применять известные формулы к воображаемым условиям, в то время как профессиональная деятельность ставит перед инженером-технологом противоположную задачу – в трудных условиях производства предложить технологическую схему или новое технологическое решение. Для условий реального производства будущему металлургу недостаточно знания базовых технологических операций: нагрев, выдержка, прокатка, охлаждение, их цели и параметров (температура, скорость, степень деформации) и репродуктивных видов деятельности в рамках лабораторных занятий. Важно научить студентов пониманию основных принципов проектирования технологии от свойств к структуре и методам ее получения, сущности процессов, происходящих в материале на разных этапах обработки (рекристаллизация, фазовые превращения, наклеп и др.) и самостоятельному построению полной технологической цепочки дизайна материала с заданными свойствами для решения реальных производственных задач.

Кроме того, практика показывает, что невозможно подготовить студентов к решению всевозможных производственных вопросов, однако в процессе обучения в вузе представляется возможным моделировать достаточно широкий ряд проблемных задач или проблемных технических заданий. В связи с этим проблемно-ориентированное обучение студентов направления 22.04.02 «Металлургия» проектированию материалов с новыми свойствами для разрешения реальных производственных ситуаций выходит на первый план и согласуется с условиями реализации стратегии университета. Помимо традиционных лабораторных занятий по имеющимся методическим указаниям необходимо введение интерактивных методов обучения, постановка технических заданий проблемного характера в современном формате, направленных на развитие умений студентов самостоятельно проектировать составные части производственного процесса, в данном случае, материал с заданными свойствами, а также представлять его. Другими словами, необходимо формирование и развитие способности мыслить сложными инженерными системами. Вышесказанное обуславливает актуальность исследования для педагогической науки, а кроме того, способствует реализации стратегии университета в рамках программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

Теоретическим основанием исследования послужили работы отечественных ученых, посвященные различным аспектам профессиональной подготовки будущих инженеров. С. Гаврицков и другие авторы рассматривают проблемность как необходимый компонент инновационного инженерного образования [1]. Исследователи Л. Ф. Иконникова, К. В. Иконникова, А. С. Рафикова связывают проблемное обучение с проектной образовательной технологией, справедливо отмечая, что постановка сложной, неоднозначной ситуации и поиск путей ее разрешения находят воплощение в соответствующей (проектной) деятельности студентов [2; 3].

Другие авторы подчеркивают важность формирования проектной культуры у будущих инжене-

ров, которая объединяет гуманитарную и техническую составляющие и которая представляет собой способность и готовность проектировать студентов, создавать, оформлять и представлять результат деятельности [4]. Овладение культурой проектирования подразумевает самостоятельное планирование, исследовательскую деятельность, поиск способов решения проблемных задач. Определенный интерес для нашего исследования представляет вопрос, поставленный Е. А. Бородиной, о важности создания инновационной среды вуза, способствующей эффективной подготовке будущих металлургов [5]. Именно инновационная среда вуза и кафедры позволяет реализовывать технические проектные задания в новых форматах, характеризующиеся определённым уровнем проблемности. А. А. Мурадов, ставя вопрос обучения материаловедению на основе проблемного подхода, рассматривает способы создания проблемных ситуаций [6].

Анализ современных публикаций по теме исследования показывает, что традиционное обучение в вузе не всегда держится наравне с изменениями в области промышленности, не всегда соответствует требованиям работодателей и не всегда быстро адаптируется к меняющимся условиям труда [7; 8]. Все вышесказанное подвело нас к необходимости специальной организации процесса обучения студентов умению проектировать инновационные технологии в области обработки металлов давлением.

### Результаты

Целью исследования является описание и обобщение опыта работы по обучению студентов, обучающихся по направлению 22.04.02 «Металлургия», проектированию инновационных технологий в обработке металлов давлением.

Специфика исследования определяет методологию, а именно, принципы, применяемые при его проведении. Значимыми для нас здесь являются принципы модульного обучения, профессиональной направленности и проблемного подхода.

Наше исследование предполагало создание четырех модулей:

1. Основы технологического проектирования. От технического задания к выбору стратегии обработки материала.
2. Проектирование режимов обработки. Моделирование структуры и свойств.
3. Экспериментальная апробация и методы контроля.
4. Анализ результатов, корректировка и оформление проектного задания.

Специальная организация процесса обучения в соответствии с поставленной целью исследования подразумевает такую модульную организацию лабораторных занятий, где каждое задание является проблемным техническим заданием некоего условного промышленного заказчика. Такое техническое задание носит проблемный характер: требует выявления информационного пробела (знаний, сведений, необходимых для решения вопроса), формулировки на основе проблемной ситуации самой проектной задачи, разработки стратегии ее решения. Задания подбирались таким образом, чтобы деятельность студентов была направлена на поиск решения реальной производственной проблемы.

Содержание учебного материала, подлежащего усвоению, должно быть представлено как ряд проблемных заданий, которые представляют собой особый тип исследовательских, поисковых задач, в которых какие-то элементы для их решения неизвестны студентам. Отталкиваясь от известного им, обучающиеся должны осуществить исследовательский поиск.

Представим содержание разработанных модулей.

Модуль 1. Основы технологического проектирования. От технического задания к выбору стратегии обработки материала.

Содержание: анализ технического задания, выбор материала (сталь, сплав) на основе диаграмм состояния и справочных данных, обзор вариантов обработки: горячая, теплая, холодная деформация; термическая и термомеханическая обработка.

Модуль 2. Проектирование режимов обработки. Моделирование структуры и свойств.

Содержание: расчёт критических точек и температурных интервалов обработки на основе диаграмм состояния, определение режимов нагрева и выдержки, расчёт параметров прокатки (степень, скорость деформации) с учётом рекристаллизации и наклёпа, проектирование режимов охлаждения (нормализация, ускоренное охлаждение, закалка) для управления фазовыми превращениями.

Модуль 3. Экспериментальная апробация и методы контроля.

Содержание: планирование и проведение эксперимента на лабораторном прокатном стане, проведение исследований структуры на оптическом микроскопе (подготовка микрошлифов, металлогра-

фический анализ, оценка микроструктур по нормативным документам, проведение испытаний на растяжение, анализ диаграмм «напряжение-деформация», определение твердости.

Модуль 4. Анализ результатов, корректировка и оформление проектного задания.

Содержание: сопоставление прогнозируемых и фактически полученных структуры и свойств, выявление причин отклонений и принципы корректировки технологического режим, принципы оформления технического отчета, подготовка и проведение защиты проекта для «заказчика».

Этапы работы над дизайном технологий в обработке металлов давлением обучающихся по направлению 22.04.02 «Металлургия» представляют следующий порядок организации деятельности обучающихся и преподавателей.

В рамках предпроектного анализа, студент должен корректно определить по диаграмме состояния, критические температуры и возможные структурные превращения для заданного сплава, что является основой для дальнейшего выбора режимов обработки. Точность определения данных параметров оценивается преподавателем.

Затем на основе проведенного анализа химического состава и диаграммы состояния, студент должен рассчитать и обосновать параметры нагрева (температура, время) и охлаждения (охлаждающая среда, скорость) для получения заданной структуры. Точность расчета оценивается преподавателем.

Далее в лабораторных условиях, проектная группа должна подобрать на лабораторном прокатном стане такие параметры прокатки (степень обжатия, отношение скоростей валков, межвалковый зазор), которые приведут к заданному изменению геометрии и структуры образца. Образец после прокатки должен соответствовать заданным геометрическим допускам ( $\pm 5\%$ ).

Используя оптический микроскоп и универсальную испытательную машину, студент должен оценить результаты исследований, установив качественную и количественную связь между режимом обработки, структурой (размер зерна) и механическими свойствами ( $\sigma_B$ ,  $\sigma_{0.2}$ ,  $\delta$ ). Точность определения оценивается преподавателем.

На финальном этапе реализации проекта, при разработке отчета и подготовке презентации итогового проекта, студент должен и графически изобразить блок-схему проектирования технологии и привести конкретные примеры отраслей промышленности, где применение спроектированной им технологии является актуальным и экономически целесообразным. Требуется привести не менее 2-х релевантных примеров с кратким пояснением. Схема должна демонстрировать системное понимание проблемы и ее решения и включена в итоговый отчет как его методологическая основа.

Инновационная среда вуза позволяет проводить лабораторные работы в современном формате. В НИИ «Наносталей» и лаборатории «Механика градиентных наноматериалов им. А. П. Жилиева» ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г. И. Носова» имеется современное и технологичное оборудование, которое, конечно, облегчает возможность реализации проблемно-ориентированного обучения будущих металлургов проектированию инновационных материалов в обработке металлов давлением: прокатный стан, тепловизионная камера, линия пробоподготовки, оптический и стереомикроскоп и др.

Критериями оценки выполнения технического задания проблемного характера являются обоснованность теоретических расчетов и выбор методик, глубина и критичность анализа результатов, что подразумевает установление непосредственной связи между режимом обработки, структурой и свойствами материала, качество презентации и ясность изложения. Суммируются баллы за отчет (макс. 50) и защиту (макс. 50). Максимальный итоговый балл – 100. Установленный порог успешности составляет 75 % от максимума, то есть 75 баллов.

### Заключение

Таким образом, мы рассмотрели актуальную проблему обучения будущих металлургов проектированию инновационных технологий в обработке материалов, которые будут готовы к вызовам будущего и будут обеспечивать и технологическое лидерство металлургической отрасли страны.

Модульное обучение показало, что студенты освоили принципы проектирования инновационной технологии – от свойств к структуре; познакомились с методами ее получения; сформировали способностью самостоятельно разрабатывать и обосновывать полную технологическую цепочку получения материала с заданными свойствами для конкретной производственной задачи; овладели умением применять разработанные или изученные технологии для решения актуальных производственных задач в машиностроении и металлургии. Сложным для них, однако, оказалось проведение сквозного проектного анализа от формулировки технического задания к прогнозу структуры и

свойств материала, также выбор адекватного метода контроля.

Перспективой развития темы настоящего исследования является разработка лабораторного практикума с полноформатными техническими заданиями, с помощью которого можно будет воссоздавать контекст профессиональной деятельности инженера-металлурга.

### Список источников

1. Гаврицков С. А. Формирование профессиональных компетенций при подготовке бакалавров технологического образования в современных условиях // *Актуальные проблемы современной науки, техники и образования*. 2015. Т. 2. С. 83–85.
2. Иконникова Л. Ф., Иконникова К. В. Проектно-организационное обучение и проблемно-ориентированное учебное занятие // *Современные проблемы науки и образования*. 2014. № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=13275> (дата обращения: 11.05.2026).
3. Рафикова А. С. Проблемно-ориентированное обучение // *Тенденции развития науки и образования*. 2023. № 101-1. С. 152–155. DOI 10.18411/trnio-09-2023-41.
4. Барышников Ю. В., Барышников М. П. О формировании проектной культуры студентов вуза // *Актуальные проблемы современной науки, техники и образования : тезисы докладов 79-й международной научно-технической конференции, Магнитогорск, 19–23 апреля 2021 г.* Т. 2. Магнитогорск : Изд-во Магнитогор. гос. техн. ун-т им. Г. И. Носова, 2021. С. 367.
5. Бородин Е. А. Развитие инновационной среды вуза при формировании готовности будущих инженеров к профессиональной деятельности // *Гуманитарно-педагогические исследования*. 2025. Т. 9. № 1. С. 6–11. DOI 10.18503/2658-3186-2025-9-1-06-11.
6. Мурадов А. А. Проблемный метод обучения на уроках материаловедения // *Проблемы науки*. 2017. № 7(20). С. 76–78.
7. Новоженина Е. В. Проблемные задания как средство развития познавательных умений студентов // *Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия: Новые образовательные системы и технологии обучения в вузе*. 2005. № 4. С. 126–128.
8. Чучалин А. И., Крючков Ю. Ю., Соловьев М. А. [и др.]. Проблемно-ориентированное обучение – необходимый элемент инновационного инженерного образования // *Инженерное образование*. 2004. № 2. С. 88–93.

### References

1. Gavritskov S. Formirovanie professional'nykh kompetentsii pri podgotovke bakalavrov tekhnologicheskogo obrazovaniya v sovremennykh usloviyakh [Formation of Professional Competencies in the Preparation of Bachelors of Technological Education in Modern Conditions], *Aktual'nye problemy sovremennoi nauki, tekhniki i obrazovaniya*, 2015, vol. 2, pp. 83–85. (In Russ.).
2. Ikonnikova L. F., Ikonnikova K. V. Proektno-organizatsionnoe obuchenie i problemno-orientirovannoe uchebnoe zanyatie [The Formation of a Culture of Algorithmic Thinking in the Studies on the Subject of Chemistry], *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya = Modern problems of science and education*, 2014, no. 3, URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=13275> (accessed 02 April 2026). (In Russ.).
3. Rafikova A. S. Problemno-orientirovannoe obuchenie [Problem-based learning], *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya*, 2023, no. 101-1, pp. 152–155. (In Russ.). DOI 10.18411/trnio-09-2023-41
4. Baryshnikova Yu. V., Baryshnikov M. P. O formirovanii proektnoi kul'tury studentov vuza [About the Formation of the Project Culture of University Students], In *Aktual'nye problemy sovremennoi nauki, tekhniki i obrazovaniya, tezisy dokladov 79-i mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii, Magnitogorsk, 19–23 aprelya 2021 g.* Т. 2, Magnitogorsk, Izd-vo Magnitogor. gos. tekhn. un-t im. G.I. Nosova, 2021, p. 367. (In Russ.).
5. Borodina E. A. Razvitie innovatsionnoi sredy vuza pri formirovanii gotovnosti budushchikh inzhenerov k professional'noi deyatel'nosti [Development of the University's Innovation Environment in Shaping the Readiness of Future Engineers for Professional Activity], *Gumanitarno-pedagogicheskie issledovaniya = Humanitarian and pedagogical Research*, 2025, Т. 9, no. 1, pp. 6–11. (In Russ.). DOI 10.18503/2658-3186-2025-9-1-06-11.
6. Muradov A. A. Problemyi metod obucheniya na urokakh materialovedeniya [Problem-based Teaching Method in Materials Science Lessons], *Problemy nauki = Problems of Science*, 2017, no. 7(20), pp. 76–78. (In Russ.).
7. Novozhenina E. V. Problemye zadaniya kak sredstvo razvitiya poznavatel'nykh umenii studentov [Problem-Based Tasks as a Means of Developing Students' Cognitive Skills], *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Noveye obrazovatel'nye si-stemy i tekhnologii obucheniya v vuze = Izvestia VSTU*, 2005, no. 4, pp. 126–128. (In Russ.).
8. Chuchalin A. I., Kryuchkov Yu. Yu., Solov'ev M. A. [i dr.]. Problemno-orientirovannoe obuchenie – neobkhodimyi ehlement innovatsionnogo inzhenernogo obrazovaniya [Problem-based Learning is an Essential Element of Innovative Engineering Education], *Inzhenernoe obrazovanie = Engineering Education*, 2004, no. 2, pp. 88–93. (In Russ.).

**Информация об авторах**

**Барышникова А. М.** – ассистент кафедры технологий обработки материалов давлением им. М. И. Бояршинова, Институт металлургии, машиностроения и материалообработки, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова».

**Барышников П. М.** – магистрант направления 22.04.02 Металлургия / Инжиниринг инновационных технологий в обработке металлов давлением Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова».

**Барышникова Ю. В.** – кандидат педагогических наук, доцент кафедры лингвистики и перевода Института гуманитарного образования Магнитогорского государственного технического университета им. Г. И. Носова».

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

**Information about the authors:**

**Baryshnikova A. M.**, Assistant at the Department of Materials Processing Technologies, Institute of Metallurgy, Mechanical Engineering and Materials Processing, Nosov Magnitogorsk State Technical University.

**Baryshnikov P. M.**, Master's student of Department of Material Processing Technologies Metallurgy/ Engineering of innovative metal processing technologies Nosov Magnitogorsk State Technical University.

**Baryshnikova Yu. V.**, Associate Professor of the Department of Linguistics and Translation, Candidate of Pedagogical Sciences, Institute of Humanitarian Education, Nosov Magnitogorsk State Technical University.

*The authors declare no conflicts of interests.*

*Статья поступила в редакцию 08.04.2026; одобрена после рецензирования 22.04.2026;  
принята к публикации 02.06.2026.*

*The article was submitted 08.04.2026; approved after reviewing 22.04.2026;  
accepted for publication 02.06.2026.*

---