

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ДЛЯ ЭКОНОМИКИ БУДУЩЕГО

С.Г. Григорьев¹, М.А. Аникьева², И.М. Лернер³, А.Х. Мариносян⁴

¹Московский городской педагогический университет, Москва, 2-й Сельскохозяйственный проезд, 4

E-mail: grigorsg@yandex.ru

²Сибирский федеральный университет, Красноярск, пр. Свободный, 79

E-mail: MAnikieva@sfu-kras.ru

³Казанский национальный исследовательский технический университет

им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань, ул. К. Маркса, 10

E-mail: aviap@mail.ru

⁴Московский городской педагогический университет, Москва, 2-й Сельскохозяйственный проезд, 4

E-mail: a.marinossyan@yandex.ru

Аннотация. Исследуется проблема разрыва между требованиями современной промышленности и возможностями системы инженерного образования в России. На основе анализа ключевых факторов (инерционность образовательных программ, дефицит преподавателей-практиков, слабая интеграция с производством) предложена модель экосистемы, объединяющей науку, образование и бизнес для подготовки конкурентоспособных инженерных кадров. Перспективы дальнейших исследований связаны с интеграцией всех элементов экосистемы и апробацией модели в pilotных регионах.

Ключевые слова: инженерное образование; экосистема; интеллектуально-творческий потенциал личности; интеграция науки, образования и промышленности; синергия интересов государства, общества и личности; опережающая подготовка

FORMATION OF A SYSTEM FOR TRAINING ENGINEERING STAFF FOR THE ECONOMY OF THE FUTURE

S.G. Grigoriev, M. A. Anikyeva, I. M. Lerner, A.H. Marinosyan

Abstract. The problem of the gap between the requirements of modern industry and the capabilities of the engineering education system in Russia is studied. Based on the analysis of key factors (inertia of educational programs, shortage of practicing teachers, weak integration with production), a model of an ecosystem combining science, education and business for the training of competitive engineering personnel is proposed. Prospects for further research are associated with the integration of all elements of the ecosystem and testing of the model in pilot regions.

Keywords: engineering education; ecosystem; intellectual and creative potential of the individual; integration of science, education and industry; synergy of interests of the state, society and the individual; advanced training

Введение

Инженерное дело непосредственно связано с историей человеческой цивилизации начиная со времен античности. Слово Инженер присутствует во многих языках. Оно было образовано путем добавления суффикса к латинскому слову *Ingenium*, означающему «талант, природные склонности, ум». Этот термин появился не сразу, в разных странах использовались различные названия инженерной деятельности. В средние века во Франции применялся термин «мэтр», а в Германии – «майстер». В нашей стране инженеров называли «розмыслами». Как было сказано в указе, подписанным Иваном Грозным, розмысл должен был размыслить задачу со всех сторон, опираясь не только на собственные знания и опыт, но и опыт предшественников. Легко заметить, что имеет место семантическая связь между словом инженер и розмысл. Слово инженер в русском языке впервые появилось в издании «Куранты» в 1631 году, а затем стало широко использоваться в русском языке в Петровскую эпоху.

Именно в это время в России формируется и системное инженерное образование. Лишь немного раньше инженерные учебные заведения появились в европейских странах. Инженерное образование в России имеет глубокие исторические корни и традиции, которые

формировались на протяжении веков и сыграли ключевую роль в становлении отечественной науки, техники и промышленности. Развитие инженерного образования в России требует интеграции традиций с современными подходами, что позволит обеспечить подготовку высококвалифицированных специалистов, способных решать задачи интеллектуального и промышленного суверенитета нашей страны.

Исследования связи процессов в промышленности и образовании, выполненные в работе [1], явно показывают новые глобальные вызовы для образовательной сферы во всем мировом сообществе, и Россия не исключение.

На рис. 1 представлено как развитие общества зависит от технологий. Чем лучше технологии, тем быстрее растет экономика. Но чтобы технологии развивались, нужно, чтобы люди были творческими и квалифицированными. Для этого необходимо объединение науки, образования и промышленности.



Рис 1. Связь между технологиями и развитием человеческого общества [2]

В условиях стремительного развития технологий, глобализации экономики и изменения требований общества к профессиональной подготовке специалистов, существующие сейчас подходы к инженерному образованию нуждаются в модернизации и адаптации. Современные вызовы, такие как цифровизация, ускорение технологических инноваций и необходимость обеспечения интеллектуального и промышленного суверенитета, требуют пересмотра существующих систем образования и разработки новых подходов к подготовке инженерных кадров и кадров высшей квалификации [7; 8; 10].

Цель работы: выявить ключевые проблемы разрыва между требованиями промышленности и возможностями системы инженерного образования, а также предложить механизмы их преодоления через создание экосистемы, которая объединит науку, образование и производство.

Задачи: 1) Анализ традиций и особенностей системы инженерного образования. 2) Анализ структурных проблем разрыва между образованием и промышленностью. 3) Разработка концепции экосистемы для совместного решения задач подготовки кадров.

Традиции и перспективы развития инженерного образования в России: исторический контекст и современные вызовы

Исторические корни и национальные особенности

Российская инженерная школа имеет глубокие исторические традиции, восходящие к Петровским реформам начала XVIII века. Учреждение в 1701 году Навигацкой и Артиллерийской школ, а также инженерных училищ Урала знаменовало начало системной

подготовки технических специалистов в России. К XIX веку сложилась уникальная модель, сочетавшая:

1. Фундаментальность теоретической подготовки (университетский уровень математики и естественных наук);
2. Практико-ориентированный подход (обязательные лабораторные работы и производственные практики);
3. Тесную интеграцию с промышленностью (система заказного образования для конкретных предприятий);

«Русский метод» инженерного образования получил международное признание благодаря последовательности изучения учебного материала «от общего к частному», гармоничному сочетанию фундаментальных и прикладных дисциплин, а также формированию универсальных компетенций, позволявших выпускникам работать в различных отраслях [9;15;16;17].

Система образования в различных странах характеризуется своими особенностями, которые отражают исторические, культурные и социальные традиции. Однако, явно выделяются общие закономерности, а именно: все модели демонстрируют усиление практико-ориентированной составляющей, наблюдается конвергенция образовательных стандартов, растет значение цифровых технологий в учебном процессе.

Синтез лучших мировых практик с сохранением уникальных черт российской инженерной школы может стать основой для формирования конкурентоспособной модели подготовки кадров для цифровой экономики [8; 7].

Современные вызовы и перспективы развития

Современная парадигма высшего образования делает акцент на формировании метапрофессиональных компетенций, направленных на раскрытие интеллектуально-творческого потенциала личности. Такой подход обеспечивает освоение фундаментальных знаний и создает предпосылки для профессиональной мобильности и смены специализации в течение карьеры [8]. Чрезмерная специализация, напротив, сужает возможности профессионального выбора и усиливает зависимость специалиста от конъюнктуры конкретного предприятия или решений работодателя.

В условиях цифровой трансформации российская система инженерного образования сталкивается с тремя принципиальными, взаимосвязанными вызовами:

1. Технологический разрыв между содержанием образовательных программ и требованиями промышленности.
2. Дефицит квалифицированных преподавателей, владеющих современными производственными технологиями.
3. Слабая интеграция между академической средой и реальным сектором экономики

Также стоит упомянуть еще одну особенность. В советский период система инженерного образования выполняла четко заданную государством функцию – готовила специалистов под конкретные цели социально-экономического развития. Однако в современных условиях эта модель утратила свою эффективность [11]. В отличие от советской системы, современная модель требует гибкости и адаптивности.

Технологический разрыв между содержанием образовательных программ и требованиями промышленности

Технологический разрыв хорошо продемонстрирован в работе [3] (рис. 2).

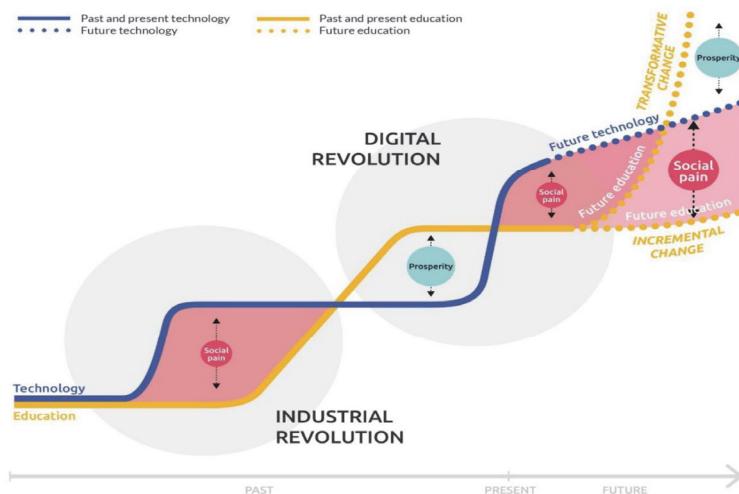


Рис. 2. Соответствие возможностей образовательной сферы и потребностей промышленности

На рис. 2 проиллюстрирована взаимосвязь между темпами технологических изменений и необходимостью обновления образовательных систем от первой промышленной революции до наших дней. Образованию необходимо эволюционировать, чтобы соответствовать быстро меняющимся требованиям рынка труда и технологическому прогрессу.

Разрыв между потребностями промышленности и возможностями образовательной системы вызван целым рядом факторов. Это и инерционность системы образования, и ограничения, вносимые государственными рычагами управления, и демографические особенности населения, и дефицит квалифицированных преподавателей [11; 10]. Качество подготовки профессорско-преподавательского состава (ППС) оценивается по количеству кадров высшей квалификации (докторов и кандидатов наук). В России число докторов наук сократилось с 31 тыс. в 1987 г. [14] до 20 тыс. чел. в 2022 г., а число кандидатов наук с 304 тыс. до 70 тыс. чел. [4] (рис. 3).

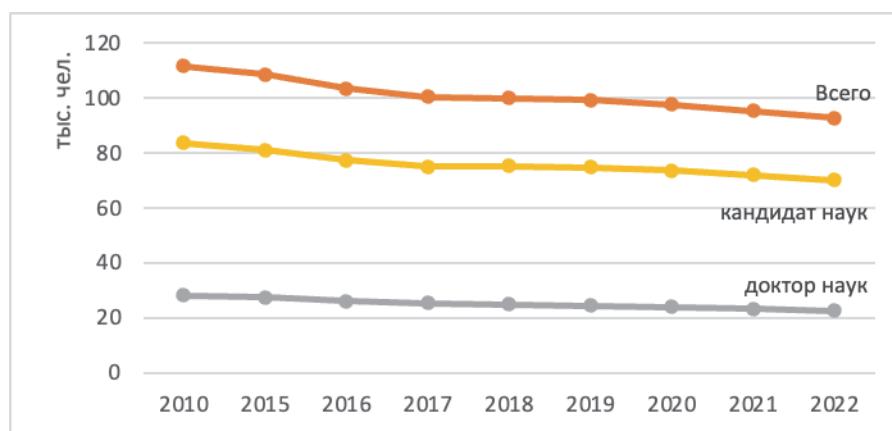


Рис. 3. Общая численность исследователей, имеющих ученую степень в РФ, 2010–2022 гг.

Анализируя возрастную структуру научных кадров высшей квалификации (рис. 4), можно увидеть, что почти половина из них – люди старше 60 лет. Такая ситуация создает риски для преемственности знаний и внедрения инноваций. В исследовании Центра экономики непрерывного образования Института прикладных экономических исследований РАНХиГС (Президентская академия) говориться, что России будет не хватать к 2035 году 18 200 кандидатов и 2500 докторов наук [6]. Следовательно, качество подготовки специалистов, необходимых для работы на современных предприятиях, непрерывно падает.

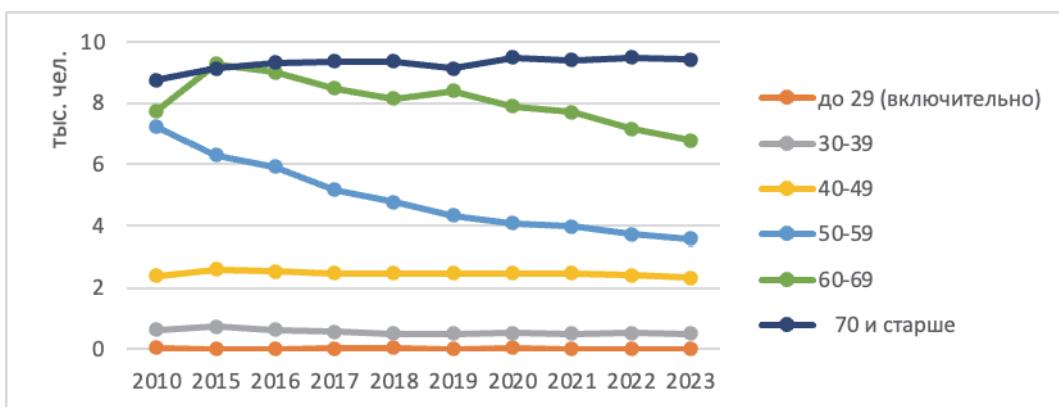


Рис. 4. Количество докторов наук в РФ по возрастным группам в 2010-2023 гг.

Данные на рис. 3-4 из официальных источников и явно свидетельствуют о необходимости разработки решений для ускоренной, а значит персонализированной подготовке большого числа специалистов в ближайшем будущем и постоянной подготовке для промышленности специалистов необходимой квалификации в необходимом количестве.

Государство как системный интегратор образовательных стратегий

В условиях цифровой трансформации государство выступает ключевым актором в согласовании многоуровневых запросов к инженерному образованию. Современная образовательная политика реализуется через:

1. Стратегическое целеполагание – определение долгосрочных приоритетов технологического развития.
2. Нормотворчество – создание гибких нормативных рамок.
3. Ресурсное обеспечение – финансирование перспективных направлений подготовки [10].

Формирование эффективной системы управления подготовкой инженерных кадров требует:

- Развития партнерства всех участников, заинтересованных в подготовке специалистов: науки, образовательной сферы, промышленности и государства.
- Внедрения цифровых инструментов мониторинга качества подготовки специалистов.
- Создания механизмов опережающего обновления образовательных программ.
- Сохранения уникальных преимуществ российской инженерной школы.

На национальном уровне — это разработка актуальных профессиональных стандартов, цифровых профилей компетенций, системы независимой оценки квалификаций.

На отраслевом уровне — анализ разрывов в компетенциях специалистов, прогнозирование потребностей в специалистах, разработка образовательных треков. Опережающая подготовка потребует форсайт-исследований технологических трендов и разработки образовательных программ под ключевые технологии. Гибкие образовательные модели позволят получать микро-квалификации путем внедрения индивидуальных образовательных траекторий. Интеграция образования и производства потребует развития системы наставничества.

На технологическом уровне — создание цифровых двойников производственных процессов, виртуальных полигонов для отработки компетенций, систем непрерывного мониторинга качества подготовки, развитие средств для сетевых форм обучения.

Современная система подготовки инженерных кадров должна сочетать лучшие традиции фундаментального образования с гибкими механизмами реагирования на технологические вызовы [8].

Многоуровневая система совершенствования подготовки специалистов

Методы оценки соответствия специалистов социальным и государственным запросам основываются на комплексном анализе их компетенций, навыков и профессиональной

подготовки в контексте текущих и перспективных требований общества и страны. Ключевые методы:

1. Разработка и применение систем ключевых индикаторов и критериев оценки профессиональной компетентности — предусматривают использование стандартизованных показателей, отражающих соответствие специалистов современным требованиям, включая технические знания, управленческие навыки и социальную ответственность [10; 8].

2. Мониторинг рынка труда и потребностей промышленности — включает сбор и анализ данных о востребованных профессиях, технологических трендах, уровнях квалификации рабочей силы, что позволяет корректировать программы подготовки и адаптировать кадровые стратегии к изменяющимся запросам экономики и общества [8].

3. Использование систем профессиональной аттестации и сертификации — подтверждение квалификаций через аккредитованные органы, что обеспечивает объективную оценку соответствия специалистов установленным стандартам и требованиям работодателей [10].

4. Анализ результатов профессиональной деятельности — оценка уровня практических навыков, выполненных проектов, участия в научных исследованиях и инновационных инициативах. Этот метод помогает понять, насколько подготовленные кадры могут решать актуальные социальные и производственные задачи [11; 8].

5. Саморегуляция компетенций персонала — внедрение системы личного профессионального развития, где специалисты повышают уровень соответствия запросам рынка и регулирующих органов [8].

6. Обратная связь и оценки со стороны работодателей, заказчиков и общества — систематический сбор мнений и оценки работы кадров для выявления узких мест, оценки социальной ответственности и соответствия профессиональных стандартов актуальным задачам.

7. Использование современных ИТ-решений для автоматизированного анализа и оценки — интеграция платформ и систем искусственного интеллекта для динамического мониторинга соответствия профессиональных навыков требованиям рынка труда и социальной сферы [10].

Такая многоуровневая система позволит создать эффективный механизм подготовки кадров, отвечающий как текущим потребностям промышленности, так и долгосрочным трендам технологического развития.

Разработка системы соответствия профессиональных кадров социальным и государственным запросам

Чтобы технологии развивались, нужны квалифицированные и творческие люди. Для этого важно объединить науку, образование и производство. Это поможет России стать технологически независимой и обеспечить достойный уровень жизни для всех. Система образования не успевает готовить специалистов, которые нужны для работы на современных предприятиях. Без квалифицированных кадров невозможно развивать технологии и экономику.

Решением видится новая экосистема, которая объединит науку, образование и производство (рис. 5).

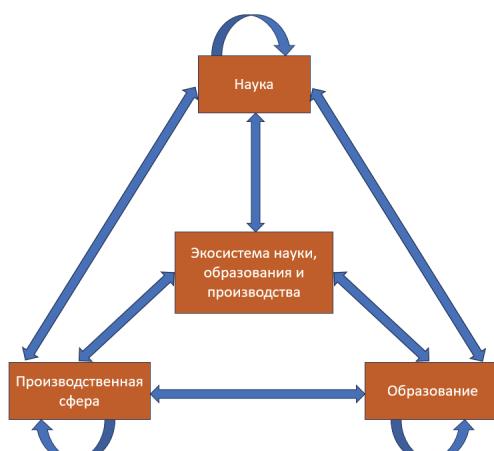


Рис. 5. Схема взаимодействия сторон участниц образовательного процесса

Для формализации всех взаимодействий (на рис. 4) предлагается четырехсторонний граф со связями все ко всем, включающий научную среду (Н), образование (О), производственную сферу (П). И, соответственно, должна быть среда для взаимодействия — экосистема науки, образования и производства (Э). Каждая вершина может изменяться автономно (например, за счёт внутренних процессов) и взаимодействовать с другими вершинами. Синергия учитывается через дополнительные члены, отражающие совместное действие элементов. Таким образом можно количественно оценивать взаимодействие науки, обучения и производства, определять «узкие места» (например, слабую связь П↔Э), оптимизировать систему через усиление ключевых связей. Учёт внутренних связей позволяет отразить саморазвитие каждого элемента системы, оценить вклад внутренних процессов в общую эффективность, выявить дисбалансы (например, слабую внутреннюю активность производства).

Таким образом, экосистема видится единым механизмом, где наука, обучение и производство усиливают друг друга через цифровые инструменты.

Ключевые компоненты экосистемы

1. Система анализа научных исследований, позволяющая определить приоритетные направления для профессионального развития обучающихся и специалистов на предприятиях, что способствует повышению качества образования и адаптации специалистов к новым требованиям. Ядром этой системы является академическая генеалогия, позволяющая системно

2. Система агрегации и интеграции запросов от государства, общества и научных институтов к образовательной системе, что обеспечит соответствие образовательных программ для подготовки кадров современным потребностям экономики.

3. Система оценки кадров: Разработка методик для проверки того, насколько подготовленные специалисты соответствуют требованиям работодателей.

4. Инструменты соотнесения наставников и обучающихся, направленные на увеличение качества обучения с учетом эмоционально-психологических особенностей участников образовательного процесса.

5. Систему поддержки персонализированного обучения, что обеспечивает максимизацию развития потенциала личности в производственной сфере.

Система анализа научных исследований основана на анализе интеллектуальной академической генеалогии. Алгоритм обработки представляет собой двухэтапную процедуру анализа научной информации с использованием больших языковых моделей (Large language models, LLM). В основе алгоритма лежит выбор одного из двух режимов работы: контекстный анализ библиографических ссылок или классификация научной информации на основании глубокого семантического анализа (рис. 6, 7) [13].

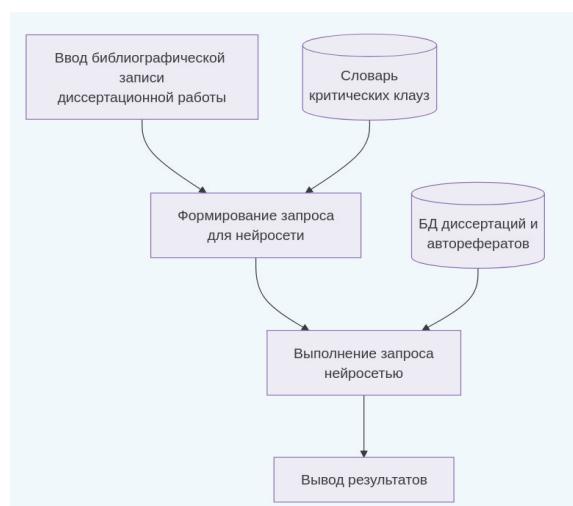


Рис. 6. Схема алгоритма анализа библиографических ссылок

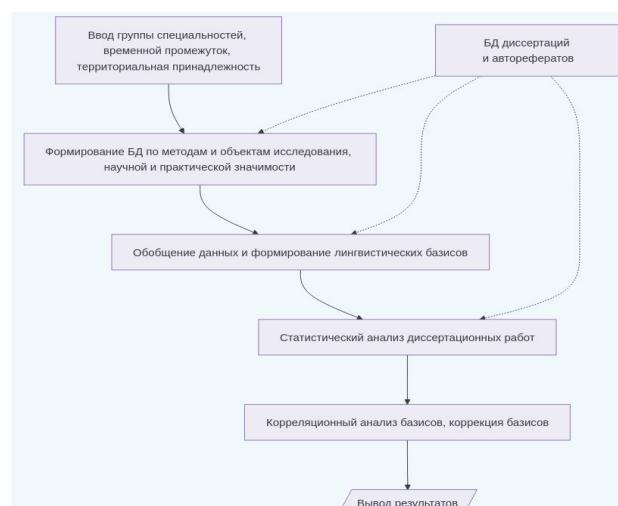


Рис. 7. Схема алгоритма классификации научной информации с использованием лингвистических базисов

Система оценки кадров основана на исследовании личностных характеристик человека, его предпочтений и степени владения знаниями и умениями на текущем рабочем месте. Алгоритм исследования использует, в частности, факторную методику тестирования личности Р. Кеттеля (форма С) и кластерного анализа. Следовательно, повышение квалификации работников получит научную основу, что позволит эффективно использовать ресурсы работников для предприятия [5].

В результате тестирований может быть выявлена способность работника передавать свои знания, обучать молодых специалистов. Это позволит производственному предприятию не потерять наработанные ресурсы, а наоборот их преумножить. Наставничество особенно важно сейчас в эпоху поколения Z, которые ценят гибкость и свободу выбора в работе, ожидают регулярной обратной связи и признания своих достижений [12].

Заключение

Проведенное исследование позволило выявить ключевые причины разрыва между запросами промышленности и возможностями системы инженерного образования: инерционность образовательных программ, дефицит преподавателей-практиков и кадров высшей квалификации, слабая интеграция науки, образования и производства.

Для преодоления этих проблем предложена модель экосистемы, объединяющая вузы — как центры генерации знаний и компетенций, науку — для разработки перспективных технологий и бизнес — как заказчика кадров и площадку для внедрения инноваций.

Формирование интегрированной экосистемы «наука – образование – производство» является стратегическим ответом на вызовы подготовки инженерных кадров. Предложенные решения направлены на сокращение разрыва между теорией и практикой через обновление содержания образования, цифровизацию процессов и усиление роли работодателей. Дальнейшая работа должна быть сосредоточена на интеграции всех элементов экосистемы и апробации модели в пилотных регионах и отраслях с последующим масштабированием успешного опыта.

Список литературы

1. Goldin C.D., Katz L.F. The race between education and technology. Cambridge Mass.: Belknap Press of Harvard University Press, 2008. vi, 488.
2. Human development report 2001: Making new technologies work for human development. New York: Oxford University Press, 2001.
3. OECD. Future of Education and Skills 2030/2040. – URL:
<https://www.oecd.org/en/about/projects/future-of-education-and-skills-2030.html#strand2> (дата обращения: 15.03.2025).
4. SiteSoft. Росстат – Наука, инновации и технологии. – URL:
<https://rosstat.gov.ru/statistics/science> (дата обращения: 17.05.2025).
5. Аникьева, М.А. Формирование индивидуальной программы обучения по результатам теста Р. Кеттеля / М.А. Аникьева, И.М. Лerner // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании: Материалы VIII Международной научной конференции. В 4-х частях, Красноярск, 24–27 сентября 2024 года. – Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2024. – С. 27–31.
6. Белова С. Эксперты прогнозируют нехватку кандидатов и докторов наук в России // Ведомости. – 2024. – 15.07.2024.
7. Будник Г.А. История инженерного образования и энергетической техники с древнейших времен до начала XX века: курс лекций. Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2012. 140 с.
8. Глухов В.В. За двадцать лет, в течение которых развитие инженерного образования было扑щено на самотек, произошли колоссальные изменения в науке, технике, на производстве и в культуре. Поэтому сегодня, чтобы наладить подготовку инженеров, нам нужны новые идеи, а может быть и новая концепция инженерного образования // Высшее образование сегодня. – 2012. – № 11. – С. 10–13.
9. Григорьев С.Г. Генезис инженерной мысли: учебное пособие. – М.: МГПУ, 2022. – 96 с.

10. Добрынина М.В., Расти meshina Т.В. Национальная политика России в области инженерного образования: понятие, сущность, содержание // Власть. – 2019. – Т. 27. – № 6. – С. 257–265.
11. Иванова В., Макиенко М., Мартюшев Н., Погукаева Н., Пушных В., Стрельцова А., Стрижак П., Халиуллина В., Чмыхало А. Концептуализация российского инженерного образования будущего: профессиональные и социокультурные основания: Коллективная монография. Томск: Общество с ограниченной ответственностью «СТТ», 2017. – 316 с.
12. Лerner И.М., Байков Ф.Ю., Карелина Е.А., Григорьев С.Г., Сычев А.С., Дымкова С.С. Построение типичных профилей обучаемых поколения Z для повышения качества образовательного процесса // Информатика и образование. – 2023. – 38. – № 6. – С. 5–13.
13. Лerner И.М., Мариносян А.Х., Григорьев С.Г., Юсупов А.Р., Аникьева М.А., Гарифуллина Г.А. Подход к формированию интеллектуальной академической генеалогии с использованием больших языковых моделей // Электромагнитные волны и электронные системы. – 2024. – Т. 29. – № 4. – С. 108–120.
14. РСФСР в цифрах в 1987 г.: Краткий статистический сборник. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 156 с.
15. Рудской А.И., Боровков А.И., Романов П.И. Анализ отечественного опыта развития инженерного образования // Высшее образование в России. – 2018. – Т. 27. – № 1. – С. 151–162.
16. Леднев В.П. Становление общего и профессионального образования на урале (XVII–XIX вв.). Образование и наука. – 2003. – № 1(19). – 105–118.
17. Тимошенко С. П. Инженерное образование в России. – Люберцы: Изд-во ПИК ВНИТИ, 1996. – 84 с.