

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

*BOLOTOV Alexander Nikolaevich* – Academic Secretary of the Academic Council of Tver State Technical University, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Applied Physics, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: alnikbltov@rambler.ru

*NOVIKOVA Olga Olegovna* – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Applied Physics, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: onvk@mail.ru

*NOVIKOV Vladislav Vladislavovich* – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Applied Physics, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: vnvkv@yandex.ru

**CITATION FOR AN ARTICLE**

Bolotov A.N., Novikova O.O., Novikov V.V. Selection of magnetic-hard materials for optimal magnetopassive bearings // Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical engineering and chemical technology». 2025. No. 2 (26), pp. 40–49.

**УДК 669.187:621.186**

**ВЗАИМОСВЯЗЬ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ  
ЭНЕРГОМАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
И ДРУГИХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ,  
ПРИКЛАДНОЙ НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

***А.Н. Макаров***

*Тверской государственный технический университет (г. Тверь)*

© Макаров А.Н., 2025

**Аннотация.** В статье изложены причины низкой конкурентоспособности некоторых отраслей российской промышленности. Отмечено, что в компаниях промышленно развитых стран (ПРС) 55 % персонала занято непосредственно на производстве продукции, 5–10 % – в научно-исследовательских центрах (НИЦ) прикладными научно-исследовательскими работами, 5–10 % трудятся в проектно-конструкторских и аналитических центрах, 15–20 % – в инжиниринговых и сервисных центрах (ИЦ, СЦ). Данная структура позволяет компаниям ПРС выпускать и продавать по всему миру высококонкурентную продукцию. В ряде российских компаний вышеизложенная структура отсутствует, что не позволяет им выйти на высокий уровень. Предложено создавать в российских компаниях НИЦ, ИЦ, СЦ с численностью персонала 15–20 % от всего штатного состава для выпуска качественной продукции и завоевания мирового рынка.

**Ключевые слова:** промышленная продукция, прикладные научно-исследовательские работы, инжиниринговые центры, сервисные центры.

**DOI: 10.46573/2658-7459-2025-2-49-57**

### **ВВЕДЕНИЕ**

Рассмотрим причины низкой конкурентоспособности продукции некоторых отраслей российской промышленности. Правительства промышленно развитых стран (ПРС) не разглашают подробностей реализации своих стратегий во избежание появления новых стран-конкурентов. Структура крупных промышленных компаний и численность их персонала – это государственная тайна. Информацию о развитии и функциональной деятельности подразделений компаний ПРС можно получить конкурентной разведкой или в результате многолетнего аналитического исследования.

Автор статьи более 45 лет занимается научно-исследовательской и преподавательской работой в двух университетах: ТвГТУ и НИУ МЭИ; собирает оперативную информацию о структурах и деятельности иностранных компаний из общения с их руководителями на конференциях, выставках, конгрессах; анализирует зарубежные и российские публикации; является членом Американского общества содействия науке, Американского химического общества. В течение этого же периода автор проводил научные исследования на российских предприятиях и в научно-исследовательских институтах в различных регионах России и ближнего зарубежья (ОАО «Северсталь», ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат», ОАО «Орско-Халиловский металлургический комбинат», ОАО «Метчел», ОАО «Донецкий металлургический завод» и др.), поэтому хорошо знает сложившуюся ситуацию на предприятиях [1, 2].

### **СТРУКТУРА КОМПАНИЙ ПРС И РОССИИ**

Результаты многолетних исследований подтверждают, что компании высокоразвитых стран за последние 50 лет создали гибкую, мобильную и высокоэффективную систему разработки и внедрения новой техники и технологий со структурой, которую они тщательно скрывают от конкурентов из других стран. Согласно статистическим данным ПРС, в сельском хозяйстве занято 1,5 % трудящегося населения, в промышленности – 25 %, в сфере услуг – 73,5 % [3–6]. Сфера услуг включает в себя торговый сервис, туризм, гостиничный бизнес, общественное питание и другие отрасли. Различие в цифрах у США, Германии, Франции и других ПРС незначительно. Например, в Великобритании на сельское хозяйство приходится 1,5 % трудящихся, на промышленность – 25,4 %, на сферу услуг – 73,1 % [7, 8].

В 1990–2000 годах находившиеся в России американские эксперты обратили внимание российских экономистов и российского правительства на статистику занятости населения в ПРС, предлагая и в России привлечь в сферу услуг 75 % трудящихся. Российские экономисты до сих пор используют в статьях недостоверные цифры из западных источников и призывают создать аналогичное распределение рабочих мест по отраслям производства в России. В настоящее время в нашей стране на сферу услуг приходится 67 % трудящихся [8].

Путем многолетнего анализа деятельности компаний ПРС автор установил, что в реальности статистика занятости населения в этих странах совершенно другая. Например, в промышленности Великобритании занято 40–45 % трудящихся (причем 20 % участвуют в прикладных научно-исследовательских работах (НИР) для промышленности), в сельском хозяйстве – 1,5 %, сфере услуг – 58,5–53,5 % [6]. Аналогичная кадровая ситуация наблюдается в США, Франции, Германии и других ПРС [5–8]. К сфере научных услуг в ПРС относят прикладную науку и научное обслуживание промышленности, не раскрывая данный факт в статистических данных. В этой сфере работает персонал следующих

центров компаний: научно-исследовательских (НИЦ), инжиниринговых (ИЦ), аналитических (АЦ), проектно-конструкторских (ПКЦ) и сервисных (СЦ). Аналитическим путем установлено, что на заводах высокоразвитых стран трудится 55–75 % персонала компаний, а над разработкой, созданием, исследованием инновационной продукции в НИЦ, АЦ, ИЦ, СЦ, ПКЦ – 45–25 % персонала. Численность персонала, занимающегося в компаниях научной работой, составляет в Великобритании и Франции 4–5 млн человек, в Германии – 5–7 млн, Японии – 6–7 млн, США – 15–20 млн, России – 1,2 млн [8]. Первые 5 стран диверсифицировали мировые рынки товаров и услуг (рис. 1).

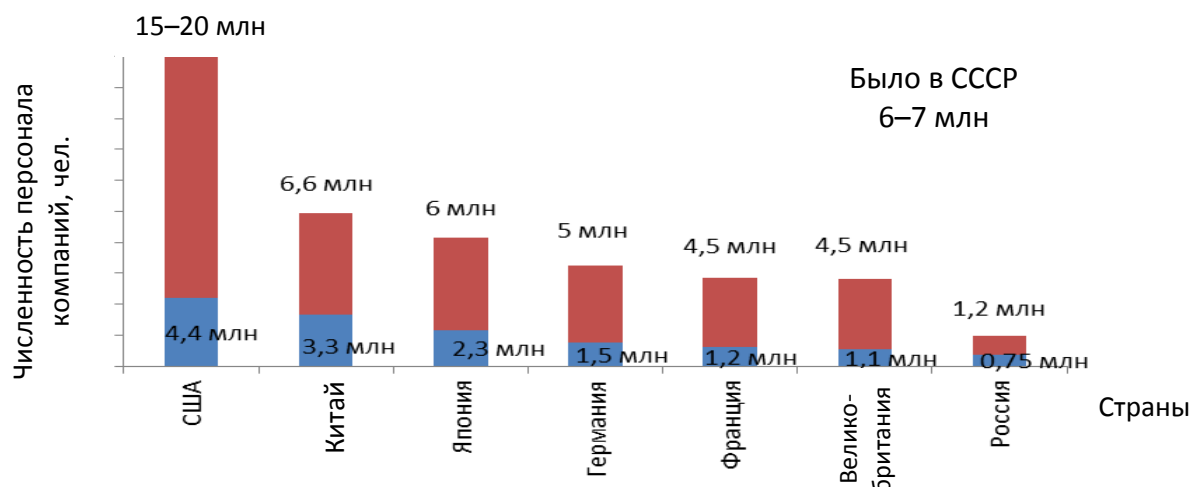


Рис. 1. Диаграмма численности персонала компаний (НИЦ, АЦ, ИЦ, ПКЦ, СЦ), занятых разработкой, сопровождением на рынок, гарантийным и послегарантийным обслуживанием инновационной продукции (нижняя часть столбика – в государственных компаниях, весь столбик – общая численность в государственных и частных компаниях)

В СССР прикладные НИР выполнялись в 6 тыс. отраслевых НИИ с численностью сотрудников и вспомогательного персонала в различные годы от 5 до 6 млн человек. Отраслевые НИИ СССР создавали инновационную продукцию, технику, технологии, вещества, устройства автоматизации во всех отраслях народного хозяйства, поддерживая высокую конкурентоспособность отечественной промышленной продукции в мире. В ходе приватизации 1991–1996 годов обанкротились и прекратили существование 6 тыс. отраслевых НИИ, было ликвидировано около 6 млн рабочих мест, связанных с научно-техническим обеспечением производства. Оставшиеся 250 тыс. преподавателей вузов, 100 тыс. сотрудников академических НИИ были не в состоянии обеспечить объем прикладных НИР, который выполняли 6 млн человек отраслевых НИИ. В подавляющем большинстве российских компаний прикладные НИИ (лаборатории), ИЦ, АЦ, СЦ отсутствуют.

В России банкротство и ликвидация в 1991–1996 годах отраслевых НИИ с 6 млн рабочих мест привели за 30 лет к моральному старению выпускаемой российской продукции, машин, оборудования и вытеснению отечественных производителей не только с внешнего, но и с внутреннего рынка. Выходом в сложившейся ситуации может стать

создание в российских компаниях НИИ, ИЦ, АЦ, СЦ с численностью персонала 10–25 % от всего персонала компаний (рис. 2).

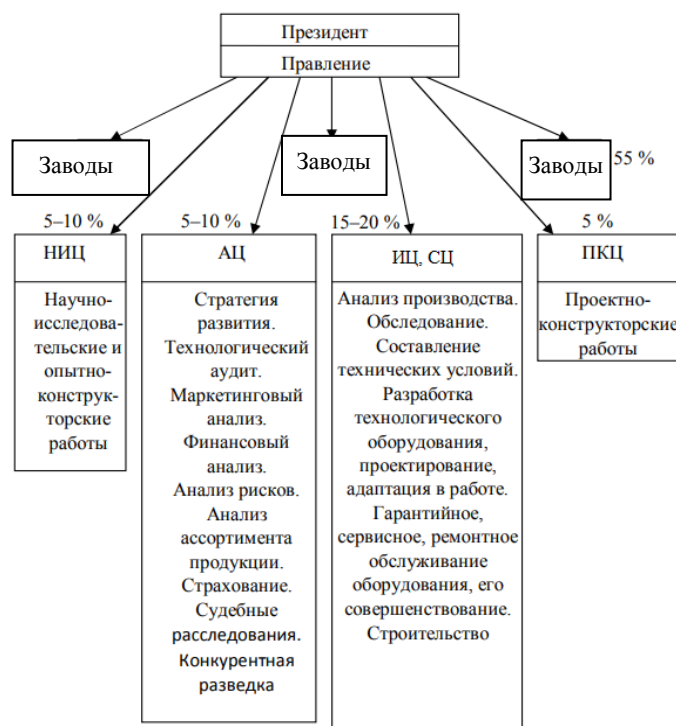


Рис. 2. Структура компаний ПРС в 2020-е годы

В компаниях ПРС, в том числе машиностроительных и металлургических, в условиях рыночной экономики на протяжении последних 80 лет сформировалась гибкая и мобильная система создания и внедрения новой техники и технологий с высокоэффективной структурой. Входящие в состав НИИ, АЦ, ИЦ, СЦ, ПКЦ десятки и сотни научно-исследовательских лабораторий (НИЛ) расположены как в городах своей страны, так и в многочисленных странах мира. Этот процесс произошел как в крупных компаниях и холдингах, так и в средних, малых. Например, многие небольшие машиностроительные или металлургические компании, на заводах которых работает 1–1,5 тыс. человек, имеют дочерние инжиниринговые фирмы, аналитические, научно-исследовательские группы. Такая структура компаний складывалась в конкурентной борьбе за внутренние и международные рынки сбыта.

### **ПРИМЕРЫ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ РОССИЙСКИХ И ЗАРУБЕЖНЫХ КОМПАНИЙ**

В настоящее время, по прошествии 30 с лишним лет с начала перехода на рыночный тип экономики, многие отечественные предприятия имеют изношенное оборудование, не занимаются обновлением технической базы, не имеют стратегии научного развития, научных подразделений и выпускают неконкурентоспособную продукцию. В 1991–2000-е годы некоторые устаревшие, неконкурентоспособные предприятия России оборвали связь с наукой, и их развитие остановилось на 30 лет.

Многие из них до сих пор не создают в своем составе прикладные лаборатории. Обозначенный процесс привел к тому, что эта часть компаний и фирм России приобрела структуру, характерную для предприятий начала XX в.: 97–98 % работников компании заняты на производстве продукции, 2–3 % составляют персонал управления и вспомогательных отделов. Многие малоэффективные компании обанкротились.

Значительных успехов в создании и реализации конкурентоспособной продукции достигли те российские компании, в состав которых при акционировании вошли НИИ, т.е. только 25–30 % от всего их числа. Речь в первую очередь идет о предприятиях металлургического, энергомашиностроительного, электротехнического, оборонного комплексов России. Их производства реконструировали, существенно обновили, внедрили высокотехнологические линии, повысили качество продукции и уровень рентабельности производства. Так, ведущая российская компания в области энергетического машиностроения под названием «Силовые машины» занимает 4-е место в мире по объему установленного и успешно работающего в 57 странах мира энергетического оборудования, а также контролирует около 70 % рынка энергетического оборудования России и СНГ. В состав этой компании входят научно-производственные фирмы, торговые представительства, заводы-изготовители, в разработке нового оборудования для нее участвуют НИИ и университеты. Структура «Силовых машин» и ее производственные мощности похожи на структуру и производственные мощности высокоразвитых компаний ПРС. Это образец развития для многих предприятий других отраслей экономики России [9].

Приведем еще два примера структуры и эффективности зарубежной и российской компаний [9–10]. Южнокорейская компания Samsung производит бытовую технику, аудио- и видеоустройства, телекоммуникационное оборудование, интегральные микросхемы. В компании в 2020 году работало 309 тыс. человек [10]. Структура ее следующая: 50 % персонала занято на производстве продукции, 35 % – в сервисных центрах по всему миру, 15 %, т.е. около 47 тыс. сотрудников, работают в научно-исследовательских центрах и лабораториях.

Совершенно другая, малоэффективная структура в российской компании «Трансмашхолдинг». Она производит вагоны, локомотивы, двигатели и другую технику. Численность персонала составила на 2021 год около 85 тыс. человек. В инженеринговых, проектно-конструкторских подразделениях компании трудится 1 100 сотрудников, что составляет чуть более 1 % от всего персонала компании, а этого катастрофически недостаточно для выпуска широкой линейки конкурентоспособной продукции. Непонятно, почему руководство не создает в структуре компании научно-исследовательские (рис. 3), инженеринговые лаборатории и ЦС с численностью персонала 15–30 % от всего количества персонала, чтобы выпускать и продавать по всему миру высококонкурентную продукцию.

На рис. 3 изображена возможная структура НИЦ энергомашиностроительной компании, группы заводов. Такую структуру или близкую к ней имеют ведущие энергомашиностроительные компании мира (Siemens, General Electric, Toshiba), многие компании автомобильной промышленности (Volkswagen, Renault, Toyota, Mercedes, Daimler, Rolls-Royce и др.). На рисунке использованы следующие сокращения лабораторий: ЛС – сталей; ЛЦ – цветных металлов; ЛИ – испытания материалов; ЛМ – металлообработки; ЛП – пластмасс; ЛЛ – лакокрасочных материалов; ЛР – резиновых изделий и прокладочных материалов; ЛК – композиционных и порошковых материалов;

ЛЭ – эстетики; ЛД – дизайна; другие сокращения: ИС – испытательные стенды; ИВЦ – информационно-вычислительный центр.

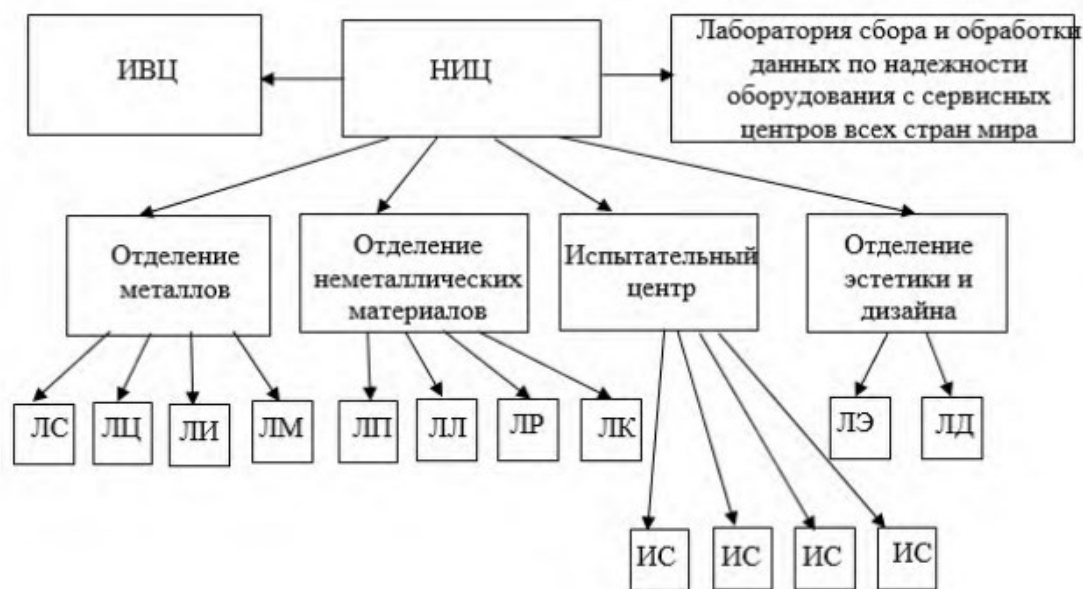


Рис. 3. Структура НИЦ машиностроительной компании ПРС

Сотрудники НИЛ следят за лучшими мировыми разработками по профилю своей лаборатории, за публикациями по всему миру, участвуют в мировых конгрессах, симпозиумах, конференциях, выставках, адаптируют и используют при изготовлении деталей механизмов и машин новейшие достижения науки, лучшие стали, цветные металлы, композитные и порошковые материалы, пластмассовые, лакокрасочные, резинотехнические изделия и др. В результате творческой и слаженной работы НИЛ компания выпускает качественную технику.

Основными задачами, решаемыми НИЦ или научно-исследовательской фирмой машиностроительной компании, являются повышение ресурса и надежности деталей и механизмов, машин в целом и снижение их материалоемкости, энергоемкости, стоимости. Структура НИЦ зависит от отрасли машиностроения (тяжелое, общее, среднее, точное) и может отличаться от изображенной на рис. 3. В транснациональных компаниях цеха, отделения, лаборатории, опытные производства, испытательные стенды, как и СЦ, ИЦ, могут располагаться в различных регионах государства, в котором находится штаб-квартира компании, обеспечивая высокую производственную занятость всего населения. Лаборатории могут находиться в других странах, где материнская компания создала дочерние фирмы.

Следующий положительный пример российской компании – госкорпорация «Росатом» [11]. В научный дивизион «Росатома» входят 15 НИИ и НИЦ, а также сотни научно-исследовательских лабораторий с численностью персонала 10–15 % от всего персонала госкорпорации. В них работают по контрактам ученые университетов, что позволяет «Росатому» быть мировым лидером атомной промышленности и строить АЭС во многих странах мира и на всех континентах Земли.

В РФ оптимальное соотношение между работниками НИИ и отделов конструкторского бюро и персоналом промышленно-производственных цехов наблюдается только в авиационной и ракетно-космической промышленности (25 % – сотрудники НИИ и отделов конструкторского бюро, ученые-контрактники университетов; 75 % – промышленно-производственный персонал, что в цифрах составляет около 120 и 510 тыс. соответственно [12]). В энергомашиностроительных компаниях доля первых из них равна 7–15 %, в остальных отраслях промышленности – 2–7 %. Такое соотношение оказывает на развитие авиационной и ракетно-космической отрасли положительное влияние: в авиапромышленности применяются самые современные высококачественные металлы и неметаллические материалы, продукция отечественного самолето- и вертолетостроения, ракетостроения обладает высоким качеством и надежностью. Сотрудники НИИ авиационной промышленности, ученые университетов создают новые металлы и сплавы и решают сложные проблемы, связанные с процессом работы авиакосмического комплекса.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Из вышесказанного можно сделать следующий вывод: в структуре российских компаний необходимо создавать НИЛ с численностью персонала в них 10–15 % от всего персонала компании для выполнения прикладных НИР по созданию инновационной высококонкурентной продукции, а также для завоевания мирового рынка товаров. Компании, состоящей из одного завода, где работает 1 000 человек, в НИЛ для выполнения прикладных НИР необходимо привлечь 200–300 человек, предоставить им доступ к необходимому оборудованию и оргтехнике, литературе, журналам, дать возможность участвовать в российских и международных конференциях и выставках. При выполнении данных условий завод сможет поставлять на российский и мировой рынок качественную продукцию, обеспечивать работников высокой зарплатой, а регион, в котором расположен завод, – большими налогами. Будет достигнут высокий уровень жизни населения как в крупных городах, так и в районных центрах и поселках, стабильное устойчивое функционирование социальной сферы и всего государства. В России необходимо в ближайшие годы создать не менее 6 млн рабочих мест для научных сотрудников в компаниях. Российские университеты, в том числе ТвГТУ, готовы увеличить выпуск магистров, которые заполняют эти места. Подробно структура и эффективность промышленных компаний ПРС и России, методология фундаментальных НИР в университетах и прикладных НИР в компаниях, краткая история университетского образования в ПРС и России изложены в книге автора проекта «А.Н. Макаров. Методология научных исследований в университетах и промышленных компаниях. М. – Вологда: Инфро-Инженерия, 2023. 276 с.», а также в видеоролике, который можно посмотреть, набрав в поисковых системах интернета следующие ключевые слова: «ВКонтакте ТвГТУ, видео, лекции профессора Макарова А.Н.». Учебник написан на основе курсов «Основы научно-исследовательской работы» и «История и методология науки», читаемых автором магистрантам в течение 20 лет. Ежегодно курсы данных лекций обновляются, совершенствуются и дополняются актуальными материалами по дисциплинам.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Макаров А.Н. Теплообмен в электродуговых и факельных металлургических печах и энергетических установках: учебное пособие. СПб.: Лань, 2014. 384 с.
2. Макаров А.Н. Перекройка с переводом. Профессиональное образование нужно начинать со школы // *Поиск*. 2008. № 1–2. С. 7–8.
3. Панарина Е.А. Вузовские ученые готовы взять на себя стратегическую ответственность // *Поиск*. 2008. № 50. С. 8–9.
4. Большая Оксфордская энциклопедия / под ред. Бена Дюпре. М.: Росмэн, 2007. 661 с.
5. Макаров А.Н. Энергетическое образование в России в 1991–2008 годах и в условиях мирового экономического кризиса // *Академия Энергетики*. 2009. № 2. С. 30–34.
6. Макаров А.Н. Ученье неучтенное. Не так страшно положение российской науки, как малюют его некоторые эксперты // *Поиск*. 2010. № 18. С. 9–10.
7. Макаров А.Н. Кувалда не тонет? Промышленники предпочитают обходиться устаревшими технологиями и оборудованием // *Поиск*. 2011. № 6. С. 17–18.
8. Макаров А.Н. Научно-технологическая безопасность России в начале XXI века // *Академия Энергетики*. 2010. № 2. С. 18–22.
9. Макаров А.Н. Методология научных исследований в университетах и промышленных компаниях: учебное пособие. М. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. 276 с.
10. Группа компаний «Самсунг». URL: <https://www.samsung.com> (дата обращения: 08.02.2024).
11. Группа компаний «Росатом». URL: <https://www.rosatom.ru> (дата обращения: 08.02.2024).
12. Боровская Н. Кредит – пропуск в ВУЗ // *Поиск*. 2007. № 34–35. С. 16.
13. Попасть в сотню! Минобрнауки планирует поменять всю систему высшего образования // *Поиск*. 2010. № 40. С. 4.
14. Старт к стандартам. Техническое образование берет курс на международные нормы // *Поиск*. 2010. № 41. С. 12.
15. Макаров А.Н. Наука и образование в модернизации промышленного комплекса // *Академия Энергетики*. 2011. № 2. С. 40–46.
16. Макаров А.Н. Анализ эффективности энергомашиностроительных компаний // *Академия Энергетики*. 2012. № 2. С. 82–89. 285 с.
17. Макаров А.Н. НИР и сопровождение энергомашиностроительной продукции // *Академия Энергетики*. 2013. № 3. С. 72–78.
18. Меры государственного регулирования по развитию энергетического машиностроения РФ // *Академия Энергетики*. 2009. № 1. С. 22–34.
19. Уточкин Ю.И. Особенности современного развития черной металлургии в России // *Электрометаллургия*. 2011. № 9. С. 39–45.
20. Макаров А.Н. Теплообмен в электродуговых сталеплавильных и факельных нагревательных печах, топках паровых котлов, камерах сгорания газотурбинных установок. М. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. 452 с.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ**

**МАКАРОВ Анатолий Николаевич** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой электроснабжения и электротехники, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», 170026, Россия, г. Тверь, наб. А. Никитина, 22. E-mail: [tgtu\\_kafedra\\_ease@mail.ru](mailto:tgtu_kafedra_ease@mail.ru)



**БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА**

Макаров А.Н. Взаимосвязь устойчивого развития энергомашиностроительной промышленности и других отраслей промышленности, прикладной науки и высшего образования // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Строительство. Электротехника и химические технологии». 2025. № 2 (26). С. 49–57.

---

**INTERRELATIONSHIP BETWEEN SUSTAINABLE DEVELOPMENT  
OF POWER ENGINEERING INDUSTRY AND OTHER INDUSTRIES,  
APPLIED SCIENCE AND HIGHER EDUCATION**

*A.N. Makarov*

*Tver State Technical University (Tver)*

**Abstract.** The article presents the reasons for the low competitiveness of some sectors of the Russian industry. In companies of industrially developed countries (IDC), 55 % of the personnel are directly involved in production, 5–10 % are engaged in research and development centers (R&D) in applied research work, 5–10 % work in design and analytical centers, 15–20 % – in engineering and service centers (ESC, SC). This structure allows IDC companies to produce and sell highly competitive products worldwide. A number of Russian companies do not have the above structure, which does not allow them to reach a high level. The author of the article proposed to create R&D centers, ESC, SC with 15–20 % of the total staff of companies in Russian companies to produce high-quality products and conquer the world market.

**Keywords:** industrial products, applied research, engineering centers, service centers.

**INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

*MAKAROV Anatoly Nikolaevich* – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department of Power Supply and Electrical Engineering, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: [tgtu\\_kafedra\\_ese@mail.ru](mailto:tgtu_kafedra_ese@mail.ru)

**CITATION FOR AN ARTICLE**

Makarov A.N. Interrelationship between sustainable development of power engineering industry and other industries, applied science and higher education // Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical engineering and chemical technology». 2025. No. 2 (26), pp. 49–57.