

# Оценка эффективности развития инновационной инфраструктуры угольной промышленности

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-7-36-40>

## ЛЕБЕДЕВА Н.Е.

Канд. экон. наук, доцент Департамента отраслевых рынков Факультета экономики и бизнеса Финансового университета при Правительстве РФ, 125167, Москва, Россия, e-mail: [n.miravillegroup@gmail.com](mailto:n.miravillegroup@gmail.com)

Интеграция России в мировую экономику быстро сделала нерентабельным развитие собственного машиностроения и прикладной науки в сфере ТЭК, но санкции 2014 г. заставили вновь задуматься о технической и технологической независимости. Принятые меры государственной поддержки начали исправлять ситуацию, однако до настоящего момента значимая доля технологического оборудования остается импортной, особенно это касается сферы добычи и переработки угля. Это свидетельствует о недостаточной эффективности применяемых мер отраслевого развития. События февраля 2022 г. вынудили большинство промышленных секторов экономики в авральном порядке адаптироваться к новым условиям и здесь ярко проявились многие стратегические просчеты предыдущего периода. В первую очередь речь идет о необходимости наращивания системности в планировании, создании инновационной инфраструктуры в форме системы сертификации продукции, испытательных лабораторий и полигонов.

**Ключевые слова:** угольная промышленность, импортозамещение, сертификация, испытательные лаборатории, исследовательские полигоны, управление проектами, оценка эффективности.

**Для цитирования:** Лебедева Н.Е. Оценка эффективности развития инновационной инфраструктуры угольной промышленности // Уголь. 2023. № 7. С. 36-40. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-7-36-40>.

## ВВЕДЕНИЕ

Давнее политическое противостояние России и стран Запада исторически сопровождалось различными экономическими санкциями, история которых берет начало в 1920-х годах. Особенно эта проблема обострилась в последние десятилетия.

Как ответ на санкции российская экономика взяла курс на импортозамещение. Были созданы отраслевые программы импортозамещения, реализуемые в различных отраслях промышленности. Ситуация в угольной сфере в среднем хуже, чем в смежном нефтегазовом сегменте, где долю импорта с 2014 г. удалось снизить с 50 до 40% [1].

Несмотря на некоторое ускорение импортозамещения после 2014 г., полученные результаты нельзя считать достаточными, и новая волна санкций 2022 г. наглядно выявила слабости отечественной промышленности, поставив под угрозу процессы добычи и перера-

ботки энергоресурсов в России. Еще до санкций Россия отставала по производительности труда при подземной добыче угля от США в 3,8 раза, а при открытой – в 5 раз [2]. Эта угроза отмечена в Программе развития угольной промышленности на период до 2035 г. [3], и у нее есть множество причин: устаревшее оборудование, отсутствие новых технологий добычи, средств автоматизации, отставание в уровне цифровизации отрасли и другие [4].

Проблема состоит в большой неоднородности показателей локализации по направлениям развития, что создает «слабые звенья» в производственных цепочках. Необходимо не только обновление техники, но и поддержание в рабочем состоянии существующего импортного и отечественного оборудования, которое содержит многочисленные импортные комплектующие. Отсюда следует закономерный вопрос о допущенных ошибках в планировании и путях исправления ситуации в новых условиях.

Вышеуказанные проблемы свидетельствуют о том, что развитию ТЭК не хватает системности, локальное решение проблем не может обеспечить непрерывность процесса импортозамещения от фундаментальных исследований до серийного выпуска отечественной продукции, а рыночные механизмы самоорганизации экономических систем не работают.

## ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Жизненный цикл крупных проектов ТЭК можно описать в категориях уровней технологической готовности (TRL). Успех проекта обеспечивается непрерывным продвижением от фундаментальных исследований до освоения серийного производства [5]. На каждом этапе должны

быть получены определенные объективные результаты, которые требуют соответствующей производственной и экспериментальной базы (рис. 1).

Сохранившийся научный потенциал позволяет отечественным компаниям и отраслевым НИИ относительно успешно дойти до стадии создания отдельных компонентов системы (TRL 4-5), но далее требуются испытание этих элементов и демонстрация работоспособности прототипа всей системы. Именно эти этапы часто становятся непреодолимым препятствием для разработчиков на пути к промышленному освоению. Особенно это важно для молодых компаний, которые стремятся стать поставщиками отдельных компонентов для крупных предприятий. Так как в течение длительного времени российские компании были не заинтересованы в развитии собственных технологий и оборудования, предпочитая приобретать их у ведущих зарубежных компаний, то возник дефицит испытательных стендов [6].

Проведение экспериментов требует специального оборудования и работы на реальных месторождениях, что всегда рискованно, особенно для пионерских разработок. Для этого нужна особая испытательная площадка со специализированной инфраструктурой и персоналом. Владелец месторождения вынужден брать на себя риски неудачи эксперимента и, как минимум, идти на снижение добычи в период испытания. Кроме того, испытания изменяют разрешенный характер производственной деятельности и землепользования, что требует юридического урегулирования. Таким образом, испытательная база превращается в важный элемент инновационной инфраструктуры, без которой невозможен переход от НИОКР к производству.

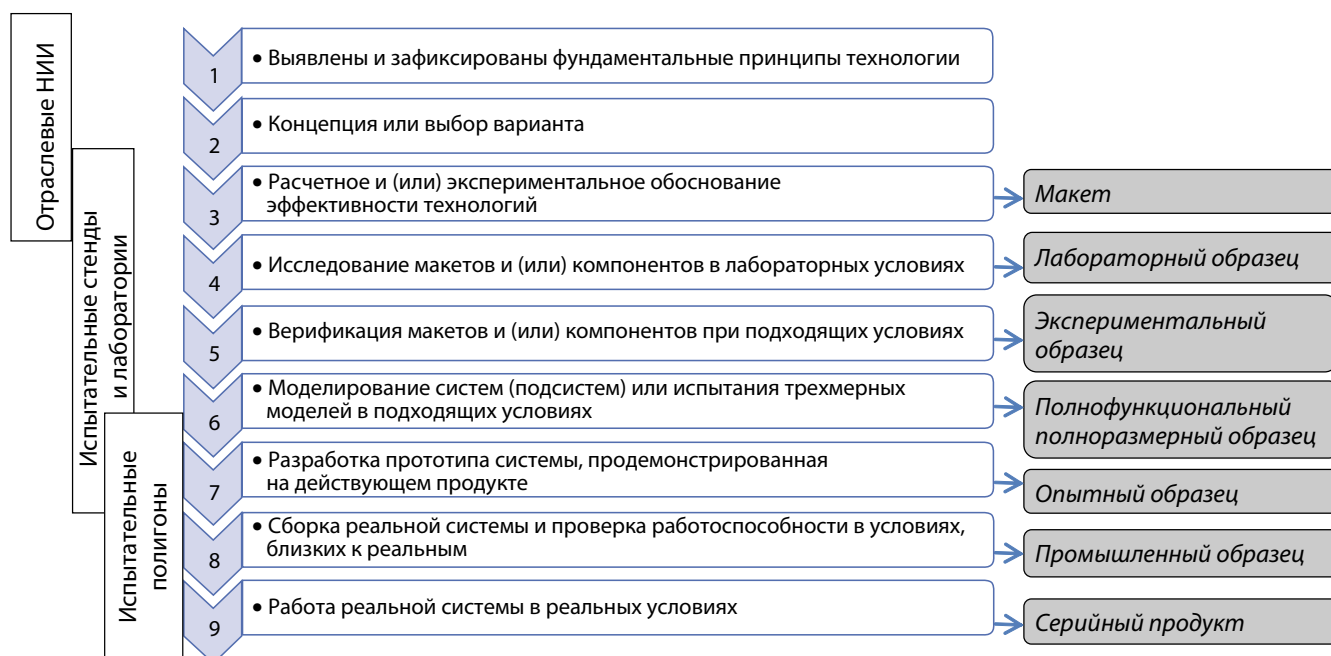


Рис. 1. Процесс создания технологий и оборудования [5]

Fig. 1. Process of creating technologies and equipment [5]

В угольной отрасли процессы создания лабораторий и полигонов находятся на начальной стадии и пока сильно отстают по масштабам и количеству направлений от нефтяников. Единственный полигон для испытаний инновационных технологий биорекультивации нарушенных угледобывчей земель создается на Кедровском угольном разрезе (Кузбассразрезуголь) [7].

Дефицит испытательных лабораторий характерен для всей отечественной промышленности, что хорошо видно по статистике. В 2019 г. собственных специализированных испытательных лабораторий ТЭК не было вообще, если не брать в расчет отдельные узкие области по некоторым видам вспомогательного оборудования [8, 9]. Далее наблюдается быстрый рост интереса к данной проблеме, в России появляются первые лаборатории, аккредитованные ведущими международными организациями, например ILAC MRA. В 2019 г. было аккредитовано 13 таких лабораторий, в 2020 г. – 24, в 2021 и 2022 гг. – соответственно 18 и 22 [7]. Роснедра заявляли о планах по созданию в 2022 г. до 10 технологических полигонов во всех ключевых нефтегазовых бассейнах РФ [10].

Всего в странах СНГ действуют около 2700 аккредитованных лабораторий, 76% из них находятся в России, остальные, в Казахстане и Белоруссии. Согласно рейтингу наиболее популярных направлений работы лабораторий, количество лабораторий, связывающих свою деятельность с угольной сферой, минимально. Специализированные лаборатории для решения отраслевых задач в реестре практически отсутствуют. Отчасти этот пробел призван реликвидировать новый крупнейший в стране испытательный центр «Проммаштест»<sup>1</sup> [7]. Для сравнения, в США на сегодняшний момент действуют почти 12000 сертифицированных испытательных лабораторий с совокупным оборотом 29 млрд дол. США [7]. Дефицит лабораторий приводит к тому, что в ТЭК, и особенно в его угольном сегменте, сохраняются целые области, которые не имеют возможностей для проведения полноценных испытаний, например, углехимия.

В связи с необходимостью развития инновационной инфраструктуры ТЭК возникает вопрос о критериях оценки эффективности ее работы. Лаборатории ускоряют процесс внедрения и сокращают накладные расходы разработчиков, однако каждая лаборатория задействована во множестве проектов. Консолидировать такую статистику крайне сложно. Можно предположить, что общий эффект будет больше суммы эффектов на каждом этапе разработки продукции.

Для оценки эффективности предлагается использовать Индекс готовности системы (*SRL*, System Readiness Level), который учитывает готовность отдельных элементов (*TRL*) и степень интеграции этих элементов в единое целое (*IRL*). Методика расчета данного показателя утверждена соответствующим ГОСТ [11].

Рассмотрим эту задачу на условном примере. Пусть разрабатываемое изделие включает в себя три разные технологии ( $n = 3$ ): первая технология полностью готова к использованию ( $TRL_1 = 9$ ), у других  $TRL = 6$ . Таким образом, запишем матрицу готовности технологий:

$$\begin{bmatrix} TRL_1 \\ TRL_2 \\ TRL_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9 \\ 6 \\ 6 \end{bmatrix}. \quad (1)$$

Все технологии в системе должны быть интегрированы между собой, что измеряется уровнем парной интегрированности (*IRL*, Integrated Readiness Level). Пусть технологии 2 и 3 находятся на завышающей фазе интеграции ( $IRL_{23} = 7$ ), технологии 1 и 3 на начальной фазе ( $IRL_{13} = 1$ ), а 2 и 1 вообще не интегрированы. В результате имеем матрицу интегрированности:

$$\begin{bmatrix} IRL_{11} & IRL_{12} & IRL_{13} \\ IRL_{21} & IRL_{22} & IRL_{23} \\ IRL_{31} & IRL_{32} & IRL_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9 & 1 & 0 \\ 1 & 9 & 7 \\ 0 & 7 & 9 \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Индекс готовности всей системы в целом можно определить как матричное произведение нормализованных матриц готовности и интегрированности  $[TRL] \times [IRL] = [SRL]$ . Нормализация производится путем деления элементов матриц на максимальное значение уровня, то есть на 9.

$$\begin{bmatrix} 1 & 0,11 & 0 \\ 0,11 & 1 & 0,78 \\ 0 & 0,78 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 \\ 0,67 \\ 0,67 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,07 \\ 1,30 \\ 1,19 \end{bmatrix}. \quad (3)$$

Итоговый индекс получаем как:

$$SRL = \frac{1}{n} \left( \frac{SRL_1}{n} + \frac{SRL_2}{n} + \frac{SRL_3}{n} \right) = \frac{1}{3} \left( \frac{1,07}{3} + \frac{1,30}{3} + \frac{1,19}{3} \right) \approx 0,4. \quad (4)$$

Значения *SRL* меняются в диапазоне 0-1, максимальный уровень свидетельствует о завершении разработки и ее готовности к серийному производству.

Существует зависимость затраченного времени от достигнутого уровня готовности  $T = f(SRL)$ , которую можно выявить статистическими наблюдениями за реализацией проектов. Такая зависимость может быть аппроксимирована S-образной кривой (рис. 2), полученной с использованием уравнения (5):

$$T(SRL) = 1 / (1 + a_1 \times \text{EXP}(-a_2 \times SRL)), \quad (5)$$

где  $a_{1,2}$  – регрессионные коэффициенты.

Постепенное наращивание *SRL* приводит к росту временных затрат. Эффективность управления проектом внедрения можно оценивать по отношению прироста времени реализации к приросту *SRL* чем он меньше, тем эффективнее процесс внедрения. При использовании регрессионного уравнения (5) эффективность управления определяется соотношением,

$$\frac{dT}{dSRL} = \frac{a_1 \times a_2 \times \text{EXP}(-a_2 \times SRL)}{[1 + a_1 \times \text{EXP}(-a_2 \times SRL)]^2}. \quad (6)$$

Большое значение производной будет свидетельствовать о сложностях прохождения данного этапа разработки. На практике полезнее знать не просто значение про-

<sup>1</sup> <https://prommash-test.ru>

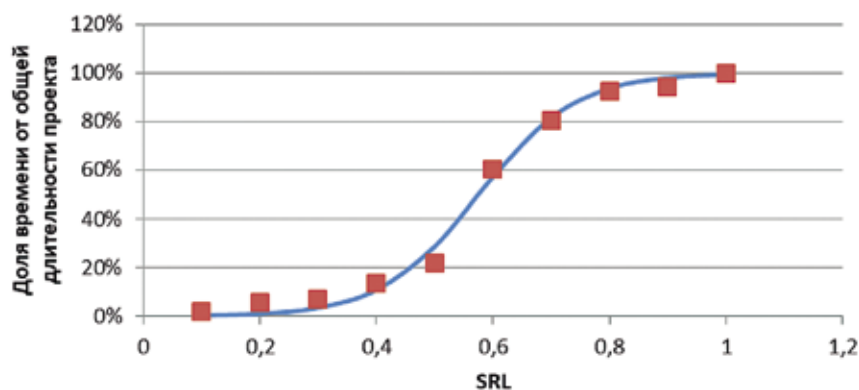


Рис. 2. Пример аппроксимации сроков реализации проекта в зависимости от достигнутого SRL

Fig. 2. An example of approximation of the project implementation time depending on the achieved SRL

изводной в точке, а прирост времени при прохождении каждого из девяти уровней SRL. Каждому уровню соответствует определенный диапазон значений коэффициентов SRL от  $k_1$  до  $k_2$ . В этом случае для анализа следует рассматривать уравнение (7):

$$dT = \int_{k_0}^{k_1} \frac{1}{1 + a_1 \times EXP(-a_2 \times SRL)} dSRL. \quad (7)$$

Предлагаемая методика позволяет на объективной статистической основе сопоставлять разные проекты импортозамещения в ТЭК и определять чувствительность сроков проектов к различным влияющим факторам. Поскольку лабораторная база и вопросы сертификации имеют прямое отношение к срокам выполнения работ, то появляется возможность определить требуемые типы лабораторий и их количество для преодоления «узких мест» в жизненном цикле проектов.

В мировой практике анализ зависимости сроков и стоимости проектов от достигнутого SRL давно стал важным инструментом менеджмента. При надлежащем сборе статистической информации о реализации проектов ТЭК этот инструмент может стать полезным элементом оптимизации проектов развития импортозамещения в России.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог анализу проблем развития ТЭК и в частности угольной отрасли, следует отметить допущенные явные стратегические просчеты. Россия поздно осознала возможные угрозы от технологической зависимости. Рыночные механизмы стимулирования отечественных производителей к импортозамещению не позволили решить проблему, а административные требования на практике приводили к имитации импортозамещения. Научно-исследовательскую и производственную деятельности в отрасли следует рассматривать как непрерывный процесс создания инноваций – от появления идеи до освоения производства. Несмотря на формальное наличие необходимых предпосылок развития, в импортозамещении сохраняется узкое звено перехода от НИОКР к производству – испытательные стенды и полигоны, которое препятствует получению конечного результата. Преодоление этого барьера требует скорейшего развития инфраструктуры в форме развития системы испытательных лабора-

торий, полигонов, отраслевой стандартизации и сертификации. Единые и понятные правила деятельности лежат в основе интеграции субъектов экономической деятельности и роста конкурентоспособности их продукции. Угольная промышленность вполне может воспользоваться опытом смежного нефтегазового комплекса, который уже получает первые результаты от интеграции усилий в области импортозамещения. Также может быть полезен опыт реализации внедренческих проектов зарубежными компаниями, основанный на широком использовании метрик готовности технологий и систем.

## Список литературы

1. План мероприятий по импортозамещению в отрасли тяжелого машиностроения Российской Федерации на период до 2024 года. Утвержден приказом Минпромторга России от 7 июля 2021 г. № 2486.
2. Таразанов И.Г., Губанов Д.А. Итоги работы угольной промышленности России за январь-сентябрь 2020 года // Уголь. 2020. № 12. С. 31-43. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-12-31-43.
3. Программа развития угольной промышленности России на период до 2035 года. Утверждена распоряжением Правительства РФ от 13 июня 2020 г. № 1582-р.
4. Плакиткина Л.С., Плакиткин Ю.А., Дьяченко К.И. Оценка импортозависимости российских угольных компаний от закупок зарубежного оборудования // Горная Промышленность. 2018. № 3. С.35-39.
5. ГОСТ Р 56861-2016. Система управления жизненным циклом. Разработка концепции изделия и технологий. Общие положения.
6. Инжиниринговые проекты в топливно-энергетическом комплексе России: актуальные проблемы, факторы и рекомендации по развитию / П.П. Цыгляну, Н.В. Ромашева, М.Л. Фадеева и др. // Уголь. 2023. № 3. С. 45-51. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-3-45-51.
7. Перечень испытательных лабораторий (центров), получивших разрешение на использование знака ILAC MRA. Национальная система аккредитации. URL: <https://fsa.gov.ru/infrastructure/mezhdunarodnoe-priznanie/kombinirovannyy-znak-akkreditatsii/perechen-ilac-mra/isp> (дата обращения: 15.06.2023).
8. Laboratory Testing Services Industry in the US – Market Research Report. 2022. URL: <https://www.ibisworld.com/united-states/market-research-reports/laboratory-testing-services-industry/> (дата обращения: 15.06.2023).

9. Андреева Н.Н. О создании полигонов для испытания оборудования. Союз нефтегазопромышленников России. URL: <https://www.tek-all.ru/tek-tv-video/2665> (дата обращения: 15.06.2023).
10. Роснедра в 2022 г. ожидают запуска 10 технологических полигонов во всех ключевых нефтегазовых бассейнах РФ. ИА Neftegaz. URL: <https://neftegaz.ru/news/gosreg/711024-rosnedra-v-2022-g-ozhidayut-zapuska-10-tekhnologicheskikh-poligonov-vo-vsekh-> (дата обращения: 15.06.2023).
11. ГОСТ Р 58048-2017. Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня зрелости технологий.

### Original Paper

UDC 658.152.011.46:622.3 © N.E. Lebedeva, 2023

ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 7, pp. 36-40

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-7-36-40>

### Title

**EFFECTIVENESS ASSESSMENT THE DEVELOPMENT OF THE INNOVATIVE INFRASTRUCTURE OF THE COAL INDUSTRY**

### Authors

Lebedeva N.E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, 125167, Russian Federation

### Authors Information

**Lebedeva N.E.**, PhD (Economic), Associate Professor of the Department of Industrial Markets Faculty of Economics and Business, e-mail: [n.miravillegroup@gmail.com](mailto:n.miravillegroup@gmail.com)

### Abstract

Russia's integration into the global economy quickly made it unprofitable to develop its own engineering and applied science in the fuel and energy sector, but the sanctions of 2014 forced us to think again about technical and technological independence. The measures taken by the state support have begun to correct the situation, but until now, a significant share of technological equipment remains imported, especially in the sphere of coal mining and processing. This indicates the insufficient effectiveness of the applied measures of sectoral development. The events of February 2022 forced most of the industrial sectors of the economy to adapt to the new conditions in an emergency manner, and many strategic miscalculations of the previous period were clearly manifested here. First of all, we are talking about the need to increase consistency in planning, create an innovative infrastructure in the form of a product certification system, testing laboratories and landfills.

### Keywords

Coal industry, Import substitution, Certification, Testing laboratories, Research grounds, Project management, Performance evaluation.

### References

1. Action plan for import substitution in the heavy machinery industry of the Russian Federation for the period up to 2024. Approved by the order of the Ministry of Industry and Trade of Russia dated July 7, 2021 N 2486.
2. Tarazanov I.G. & Gubanov D.A. Russia's coal industry performance for January – September, 2020. *Ugol'*, 2020, (12), pp. 31-43. (In Russ.). DOI: [10.18796/0041-5790-2020-12-31-43](https://doi.org/10.18796/0041-5790-2020-12-31-43).
3. Program for the development of the Russian coal industry until 2035. Approved by the Decree of the Government of the Russian Federation No. 1582-r dated June 13, 2020.

### For citation

Lebedeva N.E. Effectiveness assessment the development of the innovative infrastructure of the coal industry. *Ugol'*, 2023, (7), pp. 36-40. (In Russ.). DOI: [10.18796/0041-5790-2023-7-36-40](https://doi.org/10.18796/0041-5790-2023-7-36-40).

### Paper info

Received March 23, 2023

Reviewed June 14, 2023

Accepted June 26, 2023

## INNOVATIONS