

УДК 37.018

V.E. Puchkova, V.A.Drabenko,
D.V.Drabenko**IMPORT SUBSTITUTION IN NUMERICAL
MODELING OF PHYSICAL PROCESSES:
TRENDS AND PROSPECTS**

The article discusses the current issue of import substitution of software for numerical modeling of physical processes in the context of modern economic conditions. Special attention is paid to analyzing the current state of the domestic software market and its development prospects.

Keywords: import substitution, critical infrastructure, digital technologies, IT solutions, modeling, software, design.

В.Е. Пучкова¹, В.А.Драбенко²,
Д.В.Драбенко³**ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ В СФЕРЕ ЧИС-
ЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕ-
СКИХ ПРОЦЕССОВ: ТЕНДЕНЦИИ И ПЕР-
СПЕКТИВЫ**

В статье рассматривается актуальная проблема импортозамещения программного обеспечения для численного моделирования физических процессов в контексте современных экономических условий. Особое внимание уделяется анализу текущего состояния отечественного рынка программных решений и перспективам его развития.

Ключевые слова: импортозамещение, критическая инфраструктура, цифровые технологии, ИТ-решения, моделирование, программное обеспечение, проектирование.

DOI: 10.36807/2411-7269-2025-4-43-19-22

В условиях современной экономики многие компании стремятся к сокращению сроков вывода новой продукции на рынок. Компьютерное моделирование позволяет существенно ускорить процесс проектирования, предоставляя возможность анализа большего числа вариантов конструкции за короткий промежуток времени [1]. Данный подход успешно применяется как действенная альтернатива дорогостоящим физическим испытаниям опытных образцов.

Компании стремятся использовать численное моделирование на самых ранних этапах проектирования, чтобы расширить область его применения [2].

Согласно указу Президента России от 30.03.2022 № 166 "О мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации", к 2025 г. всё ПО на объектах критической инфраструктуры, к которым относятся и АЭС, должно быть российского происхождения. Но пока доля отечественных ИТ-решений, как отмечает премьер-министр РФ Михаил Мишустин, здесь мала – лишь 23%. Во многом это обусловлено тем, что промышленная отрасль России занимает лишь 3-е место по уровню затрат на внедрение и использование цифровых технологий после ИТ и финансового сектора [3]. Таким образом, задача по импортозамещению в сфере численного моделирования физических процессов – актуальна, особенно в свете современных экономических и политических условий. Рассмотрим основные тенденции и перспективы в этой области.

• Среди основных тенденций, выделяемых специалистами [4], можно выделить несколько направлений [5]: Растущий интерес к разработке отечественных программных средств для проведения численного моделирования связан со стремлением уменьшения зависимости от зарубежных технологий и программных продуктов. Созданный Министерством цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации "Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных" ещё 30 июня 2015 г. на сегодняшний день содержит уже свыше 25 тысяч программ, применимых для выбора оптимального решения импортозамещения.

¹ Пучкова В.Е., ООО «Умный ритейл», товаровед

² Драбенко В.А., профессор кафедры Мил, доктор технических наук, кандидат экономических наук, профессор; СПбГУПТД, ВШТЭ, г. Санкт-Петербург

Drabenko V.A., Professor of the Department of MIL, Doctor of Technical Sciences, PhD in Economics, Professor; SPBSUTD HSE, Saint Petersburg
E-mail: drv@rshu.ru

³ Драбенко Д.В., научный сотрудник, кандидат технических наук, магистр метеорологии; НИЛ ВИ (ВМ) ВУНЦ ВМФ "ВМА", г. Санкт-Петербург

Drabenko D.V., Researcher, PhD in Technical Sciences, Master of Meteorology; NIL VI (VM) VUNTS of the Navy "VMA", Saint Petersburg
E-mail: drv@rshu.ru

- Российские программисты нацелены на разработку программных продуктов, не уступающих по своим возможностям популярным зарубежным аналогам, таким как MATLAB, ANSYS и COMSOL, постоянно улучшая их качество и расширяя функциональность. В качестве примеров успешной реализации этих усилий можно привести Model Studio CS – многофункциональный комплекс для информационного моделирования и трёхмерного проектирования, а также IndustriCS Platform Refinery – программный инструмент, предназначенный для оптимизации производственных операций в нефтеперерабатывающей промышленности.

- Внедрение методов искусственного интеллекта и машинного обучения в сферу численного моделирования способствует повышению точности расчётов и сокращению времени вычислений.

- Распространение решений с открытым исходным кодом, таких как OpenFOAM и FreeFEM, предоставляющим пользователям возможность адаптировать и модифицировать инструменты под свои конкретные нужды.

В рамках анализа работ по теме статьи были отмечены значительные перспективы в развитии отрасли. Они касаются как изменений в политическом, так и корпоративном секторе.

В рамках настоящей статьи рассмотрим существующие отечественные разработки в данной области:

REPEAT – платформа, созданная "Росатомом", представляет собой модельно-ориентированную среду для проектирования и математического моделирования. Используется для построения цифровых моделей сложных объектов и процессов в энергетической сфере, в том числе цифровых двойников.

"Логос ЭМИ" – программный модуль, разработанный ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", входящим в состав госкорпорации "Росатом", предназначенный для инженерного анализа и суперкомпьютерного моделирования. Этот модуль применяется для численного анализа различных электромагнитных явлений.

QForm – отечественный программный комплекс, разработанный фирмой "КванторФорм" для математического моделирования процессов обработки металлов давлением.

В ноябре 2023 г. "Росатом" представил новую версию цифрового модуля "Логос ЭМИ". В дальнейшем планируется расширение его функциональности, включая расчёт электромагнитной стойкости автоматических систем, оценку электромагнитной совместимости электронных устройств и другие возможности.

Благодаря государственной поддержке и инвестициям частного сектора, представляется возможным формирование стабильной среды для создания и внедрения программного обеспечения, предназначенного для численного моделирования. Государственная поддержка выражается в предоставлении налоговых преференций для компаний, работающих в сфере информационных технологий, выделении целевых грантов на разработку и совершенствование программных продуктов, а также в реализации программ льготного кредитования. Кроме того, импортозамещение стимулируется за счёт целевого бюджетного финансирования и предоставления государственных заказов отечественным производителям. По мере улучшения качественных характеристик и повышения доступности отечественных решений, их использование может быть расширено на такие отрасли, как энергетика, экология, биомедицина и др. Примером активного внедрения цифровых технологий является госкорпорация "Росатом", которая в последние годы значительно активизировала свою деятельность в этой области, в частности, путём внедрения технологий информационного моделирования (ТИМ) для проектирования и управления жизненным циклом сложных инженерных объектов. Существует перспектива разработки новых стандартов и методик для численного моделирования, что позволит унифицировать подходы к расчётам и повысить их качество. Разработка общих правил и рекомендаций даст возможность разным специалистам и организациям получать сопоставимые и воспроизводимые результаты, улучшит точность и надёжность, что приведёт к более достоверным прогнозам и оптимизации инженерных решений. Унификация и повышение качества расчётов приведут к сокращению временного и ресурсного объёма, необходимого для разработки и анализа сложных технических систем, а также позволят расширить сферы применения на различные отрасли промышленности и науки [6].

Лишь незначительная доля системообразующих предприятий и организаций критической информационной инфраструктуры осуществила переход на отечественные операционные системы и системы управления базами данных (СУБД) – именно такие результаты получились в рамках совместного исследования ГК "СиСофт" и НИУ МЭИ, проведённого в феврале 2025 г. [1]. Название исследования – "Изучение мотивации россий-

ского бизнеса к использованию отечественного программного обеспечения для автоматизации управления, производственных процессов и проектирования". Большинство респондентов в целом указали, что их предприятия применяют российские программные продукты в комплексной связке с другими решениями [2]. При этом 23% используют их совместно с российскими разработками, а 24,2% интегрируются с зарубежными программными продуктами. По мнению исследователей, это подтверждает высокий уровень интеграции отечественного ПО в корпоративные ИТ-системы [3]. Увеличение интереса к численному моделированию приведёт к росту потребности в квалифицированных специалистах, что, в свою очередь, может способствовать совершенствованию образовательных программ и курсов [4]. В долгосрочной перспективе, успешные отечественные разработки могут быть экспортированы, что повысит конкурентоспособность российских технологий на международном рынке [5].

Импортозамещение в сфере численного моделирования физических процессов является стратегической задачей, требующей комплексного подхода и координации усилий государства и бизнеса [6].

В качестве примера можно привести процесс разработки программного обеспечения для расчёта нейтронно-физических характеристик ядерных реакторов. На начальном этапе, когда вычислительные ресурсы были ограничены, применялись упрощённые статические модели, позволяющие определить распределение нейтронного потока и оценить критичность реактора в стационарном режиме. Эти модели основывались на методах конечных разностей и конечно-элементных методах и реализовывались на языке Фортран.

С развитием вычислительной техники стало возможным создание более сложных динамических моделей, учитывающих изменение параметров реактора во времени. Это позволило моделировать переходные процессы, такие как изменение мощности, срабатывание аварийной защиты, и оценивать последствия различных аварийных ситуаций. Для решения этих задач разрабатывались специализированные программные комплексы, учитывающие обратные связи между нейтронным полем, температурой и плотностью теплоносителя.

Важным этапом в развитии численного моделирования стало создание программ для теплогидравлических расчётов активной зоны реактора. Эти программы позволяли определять распределение температуры, давления и скорости теплоносителя, что необходимо для обеспечения надёжного отвода тепла от топлива и предотвращения его перегрева.

Для анализа прочности и теплового расширения конструкций реакторного оборудования были разработаны программы, использующие методы теории упругости и термоупругости. Эти программы позволяли рассчитывать напряжённо-деформированное состояние корпусов реакторов, трубопроводов и других элементов оборудования под воздействием давления, температуры и радиации.

Вся эта работа велась отечественными специалистами, что позволило создать программное обеспечение, учитывающее специфику советских атомных установок и обеспечивающее технологическую независимость страны. Результаты численного моделирования широко используются при проектировании, строительстве и эксплуатации атомных электростанций и других объектов гражданской атомной энергетики.

При сохранении текущих темпов развития и поддержке отрасли, российские решения смогут полностью удовлетворить потребности рынка в ближайшие годы. В целом, рынок численного моделирования в России находится в стадии активной трансформации, где импортозамещение становится ключевым драйвером развития [7]. Процесс импортозамещения в сфере численного моделирования физических процессов продолжается, и для него предусмотрены меры поддержки, например, формирование "Реестра отечественного программного обеспечения" и информационного каталога "Российское ПО для импортозамещения". С 1 января 2025 г. вступает в силу Указ Президента РФ о запрете закупок иностранного программного обеспечения для использования на критической инфраструктуре [8].

Список использованных источников

1. Импортозамещение как фактор развития отечественных цифровых технологий / Якушев Н.О., Устинова К.А., Кочнев А.А. // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2024. – № 3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/importozameschenie-kak-faktor-razvitiya-otechestvennyh-tsifrovyyh-tehnologiy> (дата обращения: 06.05.2025).

2. Российские САЕ-системы [Электронный ресурс]. – URL: <https://iskratech.ru/rossijskie-cae-systems/> (дата обращения: 25.06.2025).
3. Российский бизнес нуждается в бессовных цифровых решениях [Электронный ресурс]. – URL: <https://telesputnik.ru/materials/companies/news/rossiiskii-biznes-nuzdaetsya-v-bessovnyx-cifrovux-resheniyaх> (дата обращения: 25.06.2025).
4. Единый реестр российского ПО [Электронный ресурс]. – URL: <https://reestr.digital.gov.ru/> (дата обращения: 25.06.2025).
5. FlowVision [Электронный ресурс]. – URL: <https://flowvision.ru/ru/cae> (дата обращения: 25.06.2025).
6. САЕ-системы в России [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/companies/ascon/articles/792200/> (дата обращения: 25.06.2025).
7. Интеграция российских САД/САЕ-систем [Электронный ресурс]. – URL: <https://clck.ru/3Js9Ha> (дата обращения: 25.06.2025).
8. Евразийский экономический союз [Электронный ресурс]. – URL: <https://e-cis.info/news/569/104721/> (дата обращения: 25.06.2025).