

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Кот Я.А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Алексеев В.Ф. – к. т. н., доцент, доцент кафедры ПИКС

**Аннотация.** В статье рассматриваются перспективы развития инженерного программного обеспечения, включая новейшие тенденции в области искусственного интеллекта, облачных вычислений, мультифизических симуляций и квантовых вычислений. Описываются технологии, такие как цифровые двойники, генеративный дизайн и виртуальная и дополненная реальность, которые значительно расширяют возможности инженерных программ. Проводится анализ роли открытого исходного кода и безопасности в программном обеспечении. Также даются сведения о новых программных решениях.

**Ключевые слова:** инженерное программное обеспечение, инженерное проектирование, моделирование, искусственный интеллект.

**Введение.** Существует много разных привычных нам инженерных программных решений, но за последние годы появилось множество новых технологий, которые меняют подход к проектированию, анализу и моделированию. Современное инженерное программное обеспечение развивается в направлении более высокой точности, автоматизации процессов и интеграции с искусственным интеллектом. Рассмотрим перспективы этого направления и ключевые тенденции, которые формируют будущее инженерных инструментов [1].

**Основная часть.** В последние годы наблюдается активное внедрение искусственного интеллекта (ИИ) в инженерное программное обеспечение (ПО). Такие решения, как *NVIDIA SimNet*, используют нейросетевые модели для ускоренного решения уравнений физики. ИИ помогает автоматизировать анализ данных, предсказывать потенциальные проблемы в проектировании и находить оптимальные решения на основе больших массивов информации. Системы генеративного дизайна на основе искусственного интеллекта позволяют инженерам создавать оптимизированные конструкции с учетом множества параметров. Такие инструменты уже активно применяются в авиакосмической промышленности, машиностроении и архитектуре, помогая разрабатывать более легкие, прочные и экономичные конструкции [2].

Внедрение технологий виртуальной (VR) и дополненной реальности (AR) значительно расширяет возможности инженерного ПО. Эти технологии позволяют инженерам взаимодействовать с цифровыми моделями в трехмерном пространстве, что упрощает проектирование, анализ и тестирование сложных систем. Программные решения с поддержкой VR/AR уже применяются в промышленном дизайне, архитектуре и авиастроении [3].

Концепция цифровых двойников (*Digital Twins*) становится все более востребованной в инженерии. Они представляют собой виртуальные копии реальных объектов, позволяя проводить тестирование, мониторинг и оптимизацию без необходимости создания физических прототипов. Это снижает издержки, ускоряет разработку новых продуктов и повышает их надежность. Особенность *Digital Twins* – они охватывают жизненный цикл объекта, обновляется на основе данных в реальном времени и использует моделирование, машинное обучение и рассуждения для принятия решений [4].

Становятся популярнее облачные вычисления и SaaS-модели. Традиционное ПО требовало мощных локальных компьютеров, но облачные решения, такие как *SimScale*, позволяют проводить сложные симуляции в веб-браузере. Это снижает барьеры для

пользователей, уменьшает затраты на оборудование и упрощает совместную работу в инженерных командах. С ростом использования облачных технологий и сетевых решений кибербезопасность становится критически важным аспектом инженерного ПО. Современные системы защиты данных, шифрование и контроль доступа необходимы для предотвращения утечек информации и защиты интеллектуальной собственности компаний [5].

Современные проекты требуют учета сразу нескольких физических процессов. Такие продукты, как *COMSOL Multiphysics* и *Ansys*, продолжают совершенствовать инструменты для комплексного анализа, но появляются новые альтернативы, предлагающие более узкоспециализированные и эффективные решения [6].

Происходит рост квантовых вычислений в инженерном ПО. Хотя квантовые вычисления пока находятся в стадии развития, они могут перевернуть моделирование сложных систем. Уже сегодня ведутся исследования по использованию квантовых алгоритмов для оптимизации и решения задач механики, материаловедения и электромагнетизма [7].

Можно отметить подъём популярности открытого исходного кода и пользовательских модулей. Такие платформы, как *Multem 3*, ориентированы на научное сообщество и предлагают инструменты с открытым кодом. Это позволяет исследователям адаптировать ПО под специфические задачи, а также улучшать его возможности совместно с другими пользователями.

В последние пять лет в области инженерного программного обеспечения появились новые инструменты, предназначенные для моделирования и анализа физических процессов. Рассмотрим некоторые из них [8].

Разработанный компанией *NVIDIA*, *SimNet* представляет собой платформу для многозадачного моделирования, ускоренного с помощью искусственного интеллекта. Она позволяет решать прямые и обратные задачи, а также задачи слияния данных, обеспечивая быстрое время отклика за счет параметрического представления систем. *SimNet* интегрируется с параметрической конструктивной твердотельной геометрией и модулями *STL* для генерации облаков точек, а также поддерживает расширения через *API* для настройки геометрии, физики и архитектуры сети. Первая версия была представлена в 2020 году. С тех пор платформа активно развивается [9].

*Multem 3* – обновленная и переработанная версия программы *Multem 2*, предназначенная для расчетов передачи и полос фотонных кристаллов. Переписанная на *Fortran 2018*, она использует современные библиотеки, такие как *LAPACK* и *AMOS*, что значительно улучшает скорость, сходимость и точность расчетов. *Multem 3* может служить надежной и быстрой альтернативой коммерческому программному обеспечению, такому как *COMSOL Multiphysics* или *Ansys HFSS*.

*Multem 3* заменил *Multem 2* в 2024 году [10].

*SimScale* – облачная платформа для инженерного моделирования, позволяющая тестировать, проверять и оптимизировать конструкции с помощью онлайн-моделирования. Все процессы выполняются облачно, что устраняет необходимость в мощных локальных вычислительных ресурсах. *SimScale* предлагает функции для моделирования различных физических явлений, включая гидродинамику и теплоперенос. *SimScale* – основан в 2012 году, но за последние 5 лет получил значительные обновления, включая внедрение ИИ в симуляции [12].

**Заключение.** Инженерное программное обеспечение продолжает активно развиваться, адаптируясь к новым вызовам и технологиям. Искусственный интеллект, облачные вычисления, мультифизические симуляции и квантовые технологии формируют будущее этой области. Новые решения повышают точность моделирования, ускоряют вычисления и делают сложные инженерные задачи более доступными. В ближайшие годы мы можем ожидать еще большего слияния традиционных методов проектирования с новыми цифровыми возможностями, что приведет к значительному прогрессу в инженерных и научных исследованиях.

Дополнительно, интеграция инновационных технологий, таких как цифровые двойники и VR/AR, способствует созданию более интерактивных и точных моделей, что улучшает контроль на всех этапах жизненного цикла изделия. Это особенно важно в таких отраслях, как аэрокосмическая промышленность, автомобилестроение и строительство, где точность и надежность критически важны.

Помимо технических аспектов, важно учитывать и вопросы кибербезопасности. С увеличением зависимости от облачных сервисов и сетевых технологий компании вынуждены инвестировать в защиту данных, чтобы предотвратить утечки и несанкционированный доступ к своим разработкам. В будущем можно ожидать усиления нормативного регулирования в этой сфере и появления новых стандартов безопасности.

Таким образом, перспективы развития инженерного ПО связаны не только с техническими улучшениями, но и с адаптацией к новым вызовам цифровой эпохи. Это открывает широкие возможности для инноваций, оптимизации процессов и повышения эффективности в различных инженерных дисциплинах.

### Список литературы

1. Программное обеспечение для моделирования физических процессов в инженерии ... [Electronic resource]. – Date of access: March 26, 2025. – <https://multiphysics.ru/stati/blog/primenenie-iskusstvennogo-intellekta-v-inzhiniringe.htm>.
2. Искусственный интеллект в инженерном программном обеспечении ... [Electronic resource]. – Date of access: March 26, 2025. – <https://habr.com/ru/articles/893710/>.
3. Применение VR/AR в инженерном проектировании ... [Electronic resource]. – Date of access: March 26, 2025. – <https://www.linkedin.com/pulse/virtual-reality-engineering-shaping-future-2024-primaverse-enade>.
4. Цифровые двойники в инженерии: концепция и применение ... [Electronic resource]. – Date of access: March 26, 2025. – <https://www.osp.ru/os/2021/07/13054366>.
5. Облачные решения в инженерном ПО ... [Electronic resource]. – Date of access: March 26, 2025. – <https://cloud.cnews.ru/>
6. Мультифизическое моделирование в инженерном анализе ... [Electronic resource]. – Date of access: March 26, 2025. – <https://www.youtube.com/watch?v=agdoc8rsxPw>.
7. Квантовые вычисления в инженерном моделировании ... [Electronic resource]. – Date of access: March 26, 2025. – <https://www.cnb.com/2025/03/21/the-race-to-build-a-practical-quantum-computer.html>.
8. Открытое ПО в инженерных расчетах... [Electronic resource]. – Date of access: March 26, 2025. – <https://www.osmag.ru/articles/otkrytoe-po-v-inzhenernyh-raschetah/>.
9. NVIDIA SimNet ... [Electronic resource]. – Date of access: March 26, 2025. – <https://tadviser.com/index.php/Product>.
10. Multem 3: новый инструмент для фотонных кристаллов ... [Electronic resource]. – Date of access: March 26, 2025. – <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010465524001413>.
11. ScienceDirect ... [Electronic resource]. – Date of access: March 26, 2025. – <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010465524001413>.
12. SimScale: облачное моделирование для инженеров ... [Electronic resource]. – Date of access: March 26, 2025. – <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/spe.995>.

UDC 004.942

## PROSPECTS FOR DEVELOPMENT OF ENGINEERING SOFTWARE

Kot Y.A.

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus*

*Alekseev V.F. – Cand. of Sci., associate professor, associate professor of the department of ICSD*

**Annotation.** The article discusses the prospects for the development of engineering software, including the latest trends in artificial intelligence, cloud computing, multiphysical simulations and quantum computing. Technologies such as digital twins, generative design, and virtual and augmented reality are described, which significantly expand the capabilities of engineering programs. The role of open source code and security in software is analyzed. Information about new software solutions is also provided.

**Keywords:** engineering software, engineering design, modeling, artificial intelligence.