

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ЦИФРОВЫЕ ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

**«Анализ востребованного программного обеспечения в сфере беспилотных
авиационных систем: отечественные и зарубежные решения и их внедрение»**

Москва
2025

Оглавление

1. Введение	4
1.1. Актуальность темы исследования.....	4
1.2. Обзор состояния рынка ПО в сфере БАС	5
1.3. Основные вызовы	7
1.4. Целевая аудитория и практическая значимость исследования.....	7
2. Нормативные ссылки	8
3. Термины и определения.....	10
3.1. Основные понятия, используемые в исследовании	10
4. Методика исследования	16
4.1. Цель исследования	16
4.2. Задачи исследования	16
5. Классификация ПО в сфере БАС	17
5.1. Классы ПО и выполняемые функции	17
5.2. Обзор ПО для производства БАС	19
5.3. Обзор ПО для эксплуатации БАС.....	26
5.4. Обзор ПО для анализа данных, получаемых с БАС.....	27
5.5. Связь ПО с этапами жизненного цикла БАС	28
5.6. Влияние и эффекты внедрения ПО в соответствии с его классом в различных секторах экономики.....	28
6. Анализ российского ПО в сфере БАС	39
6.1. Обзор доступного ПО и сфер его применения	39
6.2. Отечественные разработчики ПО для задач сферы БАС	92
6.3. Ключевые барьеры, возникающие при разработке и внедрении отечественного ПО	94
6.4. Опыт внедрения отечественного ПО при разработке, производстве и эксплуатации БАС и их компонентов	97
6.5. Влияние и результаты интеграции отечественного ПО на бизнес-процессы организаций.....	102
7. Анализ зарубежного ПО в сфере БАС.....	103
7.1. Обзор доступного ПО и сфер его применения	103

7.2. Зарубежные разработчики ПО для задач сферы БАС.....	138
7.3. Технологии, применяемые в разработке зарубежного ПО в сфере БАС	141
8. Анализ потребностей пользователей и условий внедрения	142
8.1. Источники данных: анкетирование, интервью, аналитические обзоры	142
8.2. Условия использования отечественного программного обеспечения	166
8.3. Проблемы, с которыми сталкиваются пользователи при внедрении	189
8.4. Запросы предприятий на функциональность, сопровождение, обучение	208
9. Обзор нормативно-правовой базы	219
9.1. Нормативно-правовая база, регулирующая разработку ПО в Российской Федерации	219
9.2. Недостатки существующего регулирования.....	221
9.3. Направления для совершенствования текущего законодательства (стандарты, сертификация, меры поддержки разработчиков)	222
10. Рекомендации.....	223
10.1. Для государства: нормативно-правовая база, программы мер поддержки, стимулирование внедрения	223
10.2. Для разработчиков ПО: развитие решений, востребованные направления и классы	224
10.3. Для организаций отрасли: внедрение, подготовка кадров, пилотные проекты	232
11. Заключение.....	233
11.1. Основные выводы исследования	233
11.2. Перспективы дальнейшего развития отечественного ПО в сфере БАС	237
12. Источники	238

1. Введение

Современные беспилотные авиационные системы занимают важное место в таких сферах, как оборона, логистика, мониторинг окружающей среды и коммерческие авиаперевозки. Их активное развитие и широкое внедрение связаны с рядом значимых преимуществ, включая высокую мобильность, экономическую эффективность и снижение рисков для персонала.

Однако создание конкурентоспособных отечественных БАС систем, их серийное производство и надежная эксплуатация требуют использования компаниями комплексного программного обеспечения. Оно играет ключевую роль на всех этапах жизненного цикла беспилотников:

- проектирование и разработка – ПО обеспечивает оперативную подготовку конструкторской и технологической документации, моделирование и оптимизацию характеристик изделия;
- производство – современные программные решения позволяют внедрять передовые методы изготовления, обеспечивая масштабируемость и высокое качество серийных изделий;
- эксплуатация – специализированное ПО отвечает за автономное управление, навигацию, обработку данных и интеграцию с другими системами.

Таким образом, программное обеспечение является критически важным компонентом, определяющим эффективность, безопасность и конкурентоспособность БАС. В данном аналитическом исследовании рассматриваются современные тенденции, проблемы и перспективы развития ПО для беспилотных авиационных систем, а также исследование направлено на разработку рекомендаций по оптимизации ПО в данной области.

1.1. Актуальность темы исследования

Актуальность данного аналитического исследования обусловлена несколькими факторами:

- технологическая сложность. Аппаратно-программные комплексы беспилотных аппаратов должны соответствовать жёстким требованиям надежности

и безопасности, а также иметь наилучшие тактико-технические характеристики для выполнения целевых задач;

- активное и динамичное развитие отрасли БАС. Разработка новых современных решений, в том числе развитие искусственного интеллекта, алгоритмов машинного обучения, методов компьютерного зрения и протоколов связи, все перечисленное требует регулярного анализа и адаптации существующих решений;

- кибербезопасность. Уязвимости в системе безопасности ПО БАС могут привести к возникновению серьёзных рисков, таких как полная или частичная потеря управления беспилотного аппарата или несанкционированный доступ к конфиденциальной информации;

- нормативное регулирование. Формирование законодательства в области использования беспилотных аппаратов создает необходимость в подтверждении соответствия ПО обязательным международным и национальным стандартам и требованиям.

1.2. Обзор состояния рынка ПО в сфере БАС

Рынок программного обеспечения для БАС динамично развивается, что обусловлено ростом спроса на автоматизацию процессов, расширением областей применения БВС и совершенствованием технологий искусственного интеллекта.

Для сохранения динамики развития рынка БАС ключевым фактором успеха для производителей и разработчиков становится интеграция передовых IT-решений, обеспечивающих своевременный выпуск продукции в требуемых объемах. В последние годы наблюдается устойчивый рост применения российского программного обеспечения в разработке и производстве БАС, включая создание и применение специализированных экосистем, таких как PLM и CRM-решений. Российские решения, хотя и вдохновлены зарубежными аналогами, но адаптированы под специфику локального рынка и в первую очередь учитывают актуальные запросы отечественной промышленности. Тем не менее, уровень функциональной зрелости промышленного ПО и средств управления процессами организации пока

не соответствует максимальным ожиданиям отрасли. Несмотря на это, рынок отечественного ПО демонстрирует уверенный рост, стремясь соответствовать требованиям промышленных секторов, включая относительно молодую отрасль БАС.

Критически важным компонентом является специализированное программное обеспечение, создаваемое исключительно для сферы БАС. Оно включает комплексные решения для управления полетами с функционалом автопилота, интеллектуальные системы планирования миссий, а также специализированные программные платформы для обработки разнородных данных, получаемых с бортовых сенсоров и целевой нагрузки. Характерной особенностью таких разработок является их узкоотраслевая специализация. Программные продукты создаются с учетом специфических требований различных сфер применения – от сельскохозяйственного мониторинга и геодезической съемки до инспекции критической инфраструктуры и задач оборонного характера. Каждое решение проектируется под конкретные эксплуатационные сценарии и рабочие процессы соответствующих отраслей. Особого внимания заслуживает тот факт, что современные разработки в данной области изначально включают компоненты искусственного интеллекта. Это выражается во внедрении технологий машинного зрения для автономной навигации, использовании нейросетевых алгоритмов для оперативной обработки телеметрии и сенсорных данных, а также реализации адаптивных систем управления для сложных операционных режимов, включая групповое применение БАС и полеты вне прямой видимости.

Таким образом, несмотря на существующие технологические вызовы, отечественный рынок ПО для БАС демонстрирует положительную динамику, постепенно закрывая критические зависимости от иностранных решений и формируя основу для дальнейшего роста в условиях импортозамещения, а также разрабатывая уникальные отечественные решения, не имеющие аналогов в мире.

1.3. Основные вызовы

Развитие российских авиационных систем сталкивается с серьезными трудностями в области программного обеспечения. Одной из ключевых проблем остается «безболезненный» переход от иностранных решений и технологий на отечественные в условиях санкционного давления. При переходе крайне важно минимизировать все возможные риски сбоев работы организации.

Серьезные сложности также связаны с созданием специализированного программного обеспечения для управления беспилотниками – в частности, разработкой автопилотных систем, решений для компьютерного зрения, а также технологий автономной навигации. Отдельной проблемой остается слабая развитость алгоритмов искусственного интеллекта, необходимых для полноценной реализации этих функций.

Дополнительно негативно сказывается на отрасли несформулированная до конца нормативно-правовая база, которая не успевает за технологическим процессом. Интеграция и быстрый выход на рынок решений разных разработчиков ПО сталкивается в первую очередь с высокими требованиями по кибербезопасности и отсутствием единых стандартов разработки.

Также барьером остается острый дефицит квалифицированных кадров в сфере искусственного интеллекта и робототехники усугубляется слабой связью между образовательными учреждениями и индустрией.

1.4. Целевая аудитория и практическая значимость исследования

Данное аналитическое исследование направлено на детальный разбор функциональных возможностей различных разделов и классов ПО и оценку их влияния на бизнес-процессы компаний в отрасли БАС. Основной задачей является помощь организациям разобраться и сформулировать четкое понимание в многообразии цифровых решений, предлагаемых разными разработчиками, а также определить, какие продукты лучше всего соответствуют операционным, стратегическим потребностям и масштабам организации.

Для всех участников рынка БАС это исследование может стать практическим инструментом, позволяющим сравнить сильные и слабые стороны различных ПО, оценить потенциальные эффекты от внедрения и принять обоснованное решение о выборе цифрового продукта. Анализ охватывает не только технические аспекты, но и экономическую целесообразность, что поможет компаниям избежать неэффективных инвестиций и внедрить именно те системы, которые принесут максимальную пользу их бизнесу.

2. Нормативные ссылки

1. Приказ Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 22 сентября 2020 г. № 486 «Об утверждении классификатора программ для электронных вычислительных машин и баз данных» (Зарегистрирован 29 октября 2020 г. № 60646).

2. Приказ Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 26 апреля 2022 г. № 393 «О внесении изменений в классификатор программ для электронных вычислительных машин и баз данных, утвержденный приказом Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 22 сентября 2020 г. № 486» (Зарегистрировано в Минюсте России 27 июня 2022 г. № 69023).

3. Приказ Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 22 декабря 2022 № 974 «О внесении изменений в классификатор программ для электронных вычислительных машин и баз данных, утвержденный приказом Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 22 сентября 2020 г. № 486» (Зарегистрирован 20 апреля 2023 г. № 73105).

4. ГОСТ Р 56939-2016 «Защита информации. Разработка безопасного программного обеспечения. Общие требования».

5. ГОСТ 28806-90 «Качество программных средств».

6. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207 «Информационная технология. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств».

7. ГОСТ Р ИСО/МЭК 14764-2002 «Информационная технология. Сопровождение программных средств».

8. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288 «Информационная технология (ИТ). Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем».

9. ГОСТ Р 51188-98 «Защита информации. Испытания программных средств на наличие компьютерных вирусов. Типовое руководство».

10. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001 «Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности. Требования».

11. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-1-2012 «Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий. Часть 1. Введение и общая модель».

12. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-2-2013 «Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий. Часть 2. Функциональные компоненты безопасности».

13. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-3-2013 «Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий. Часть 3. Компоненты доверия к безопасности».

14. ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126 «Информационная технология (ИТ). Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению».

15. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15910 «Информационная технология (ИТ). Процесс создания документации пользователя программного средства».

16. Постановление Правительства Российской Федерации от 22 августа 2022 г. № 1478 «Об утверждении требований к программному обеспечению, в том числе в составе программно-аппаратных комплексов, используемому органами государственной власти, заказчиками, осуществляющими закупки в соответствии с Федеральным законом «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» (за исключением организаций с муниципальным участием), на принадлежащих им значимых объектах критической информационной

инфраструктуры Российской Федерации, Правил согласования закупок иностранного программного обеспечения, в том числе в составе программно-аппаратных комплексов, в целях его использования заказчиками, осуществляющими закупки в соответствии с Федеральным законом «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» (за исключением организаций с муниципальным участием), на принадлежащих им значимых объектах критической информационной инфраструктуры Российской Федерации, а также закупок услуг, необходимых для использования этого программного обеспечения на таких объектах, и Правил перехода на преимущественное использование российского программного обеспечения, в том числе в составе программно-аппаратных комплексов, заказчиками, осуществляющими закупки в соответствии с Федеральным законом «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» (за исключением организаций с муниципальным участием), на принадлежащих им значимых объектах критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».

3. Термины и определения

3.1. Основные понятия, используемые в исследовании

Термин, сокращение	Определение, расшифровка
АСУ ТП	Автоматизированная система управления технологическим процессом
БАС	Беспилотные авиационные системы
БВС	Беспилотное воздушное судно
ВКС	Видео-конференц-связь
ГОСТ	Государственный стандарт
ГТД	Газотурбинный двигатель
ДВС	Двигатель внутреннего сгорания
ЕСКД	Единая система конструкторской документации
ИТ	Информационные технологии
КЭ-модель	Конечно-элементная модель
КЭ-сетка	Конечно-элементная сетка
КЭП	Квалифицированная электронная подпись
МСФО	Международные стандарты финансовой отчётности
НДС	Налог на добавленную стоимость

Термин, сокращение	Определение, расшифровка
ОПК	Оборонно-промышленный комплекс
ОС	Операционная система
ПО	Программное обеспечение
РАН	Российская академия наук
РД	Реактивный двигатель
РЭС	Радиоэлектронное средство
САПР	Система автоматизированного проектирования
СВЧ	Сверхвысокие частоты
СТО	Средства технологического оснащения
УП	Управляющая программа
ФСТЭК	Федеральная служба по техническому и экспортному контролю
ЧПУ	Числовое программное управление
ADM	Формат файла в формате шаблонов администрирования, которые используются для настройки параметров групповой политики в Windows
Agile	Семейство методологий управления проектами, основанных на гибкости и быстрой адаптации к изменениям
API (Application Programming Interface)	Набор определений и протоколов, по которым различные программы могут взаимодействовать друг с другом.
BRD (Business Requirements Document)	Формат файлов, используемый для проектирования печатных плат
CAD-система (Computer-Aided Design)	Система для автоматизированного проектирования
CAE-система (Computer-Aided Engineering)	Система для инженерного анализа
CAM-система (Computer-Aided Manufacturing)	Система для подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ
CAPP-система (Computer-Aided Process Planning)	Система для технологической подготовки производства
CATPART	Формат файла описания детали 3D-механического изделия
CFD (Computational Fluid Dynamics)	Расчетный метод для моделирования и изучения потоков жидкостей и газов
CRM-система (Customer Relationship Management)	Система для управления взаимоотношениями с клиентами
CSS3 (Cascading Style Sheets Level 3)	Текстовый файл, содержащий стили для оформления веб-страниц

Термин, сокращение	Определение, расшифровка
DIN (Deutsches Institut für Normung)	Немецкая организация по стандартизации, разрабатывающая технические стандарты для различных отраслей промышленности и услуг
DjVu	Формат графических файлов
DOCX	Формат файла Microsoft Word
DWG (Drawing (AutoCAD))	Бинарный формат файла, используемый для хранения двухмерных (2D) и трёхмерных (3D) проектных данных и метаданных
DXF (Drawing Exchange Format (AutoCAD))	Формат файла, разработанный компанией Autodesk для обмена чертежами между различными программами САПР
EBOM (Engineering Bill of Materials)	Конструкторская спецификация, отражающая продукт в том виде, в котором он был спроектирован инженерами
EPUB (Electronic Publication)	Открытый формат файлов для электронных книг и цифровых публикаций
ERP-система (Enterprise Resource Planning)	Система для планирования ресурсов предприятия
FBM (Feature Based Machining)	Подход к производству, использующий CAD-модели для автоматического распознавания и определения конкретных элементов на заготовке
FDTD (Finite Difference Time Domain)	Метод конечных разностей во временной области – численный метод решения уравнений Максвелла, основанный на дискретизации уравнений методом конечных разностей
FEM (Finite element method in structural mechanics)	Метод конечных элементов – численный метод решения дифференциальных уравнений
GPU (Graphics Processing Unit)	Специализированный микропроцессор, предназначенный для обработки графической информации и выполнения параллельных вычислений
HPC (High-performance computing)	Высокопроизводительные вычисления
HTML (HyperText Markup Language)	Стандартизированный язык гипертекстовой разметки документов, используемый для создания веб-страниц в интернете
HTML5 (HyperText Markup Language, version 5)	Язык гипертекстовой разметки для создания веб-страниц и веб-приложений.
IDF (Instrument Definition File)	Формат файлов для хранения данных о звуковых характеристиках

Термин, сокращение	Определение, расшифровка
IGES (Initial Graphics Exchange Specification)	Нейтральный формат файла, разработанный для обмена данными между различными САПР
IMAP (Internet Message Access Protocol)	Протокол прикладного уровня для доступа к электронной почте
IoT (Internet of Things)	Сеть физических объектов, оснащенных встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой.
ISO (International Organization for Standardization)	Международная организация, разрабатывающая стандарты для различных областей промышленности, технологий и услуг
JavaScript	Мультипарадигменный язык программирования
JPEG (Joint Photographic Experts Group)	Формат для хранения и передачи цифровых изображений
Kanban	Система управления проектами и рабочими процессами, основанная на визуализации задач и их поэтапном выполнении
KPI (Key Performance Indicators)	Ключевые показатели результата деятельности, которые помогают измерить степень достижения целей и оптимальности процессов
MAPI (Messaging Application Programming Interface)	Программный интерфейс, разработанный Microsoft, который позволяет приложениям взаимодействовать с различными системами передачи электронных сообщений
MAVlink (Micro Air Vehicle Link)	Протокол информационного взаимодействия между наземной станцией управления и беспилотными аппаратами
MBOM (Manufacturing Bill of Materials)	Производственная спецификация материалов, представляющая собой детальный структурированный список всех компонентов, сырья, операций и сборок, необходимых для производства готового продукта.
MES-системы (Manufacturing Execution Systems)	Система управления производственными процессами
MPS (Master Production Schedule)	Система производственного планирования, которая определяет количество конечных продуктов, которые должны быть произведены в определенные периоды времени.
MRP (Material Requirements Planning)	Система управления производственными процессами и запасами
Navio2	Плата автопилота, предназначенная для использования с одноплатным компьютером Raspberry Pi

Термин, сокращение	Определение, расшифровка
NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)	Нормализованный разностный вегетационный индекс, используемый для оценки состояния растительности на основе анализа спутниковых снимков
ODF (Open Document Format)	Открытый формат файлов для хранения и обмена редактируемыми офисными документами
Open-source	Программное обеспечение, исходный код которого доступен для просмотра, изменения и распространения любым пользователем.
Parasolid	Ядро геометрического моделирования, разрабатываемое компанией Siemens PLM Software
PCX (Picture Exchange)	Растровый формат графических файлов
PDF (Portable Document Format)	Формат электронных документов
Pixhawk	Проект по созданию открытого аппаратного обеспечения для полётных контроллеров беспилотных летательных аппаратов
PLM-система (Product Lifecycle Management)	Система для управления жизненным циклом продукта.
POP3 (Post Office Protocol version 3)	Сетевой протокол для получения электронных писем с удаленного почтового сервера на локальный почтовый клиент.
PPTX	Формат файла Microsoft PowerPoint
Raspberry Pi	Одноплатный компьютер
RTF (Rich Text Format)	Универсальный формат текстовых документов
SAR (Structure-Activity Relationship)	Взаимосвязь между химической структурой молекулы и её биологической активностью
SAT	Формат файла 3D-модели
SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)	Система диспетчерского контроля и сбора данных
Scrum	Гибкая методология совместной командной работы, широко используемая в разработке программного обеспечения и других отраслях для адаптивного решения комплексных проблем
SDK (Software Development Kit)	Набор инструментов, библиотек и документации, который разработчики используют для создания программного обеспечения под определённую платформу, операционную систему или сервис

Термин, сокращение	Определение, расшифровка
SDLC (Software Development Life Cycle)	Концепция создания информационных систем, включающая их планирование, разработку, тестирование и развертывание
Security-by-Design	Принцип кибербезопасности и системной инженерии, требующий создания систем с безопасностью как основополагающего свойства, а не как дополнительной функции.
SIP (Session Initiation Protocol)	Протокол для инициирования, модификации и завершения сеансов связи между двумя или более участниками
SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)	Сетевой протокол, используемый для передачи электронной почты между серверами в сети Интернет.
STEP (Standard for the Exchange of Product Model Data)	Международный стандарт для обмена данными о 3D-моделях и их характеристиках
STL (STereoLithography)	Формат файла для хранения трехмерных моделей объектов, используемый в аддитивных технологиях и 3D-моделировании
SVC (Scalable Video Coding)	Технология кодирования видео, позволяющая передавать несколько версий одного и того же видеопотока с разным качеством
TIFF (Tagged Image File Format)	Формат хранения растровых графических изображений
TLS (Transport Layer Security)	Криптографический протокол, обеспечивающий защищённую передачу данных между узлами в сети Интернет
TXT	Формат текстового файла
UI (User Interface)	Совокупность визуальных элементов и компонентов, через которые пользователь взаимодействует с программным продуктом
UX (User Experience)	Общее впечатление пользователя от взаимодействия с продуктом
VR	Виртуальная реальность
WebRTC (Web Real-Time Communication)	Открытый проект для передачи аудио и видео в режиме реального времени через веб-браузер без необходимости установки дополнительных плагинов или программного обеспечения
Wine	Программное обеспечение с открытым исходным кодом, которое позволяет запускать приложения, разработанные для Windows, на Linux и других Unix-подобных операционных системах

Термин, сокращение	Определение, расшифровка
XLSX	Формат файла Microsoft Excel
XML (eXtensible Markup Language)	Расширяемый язык разметки, предназначенный для хранения и передачи структурированных данных
XPS (XML Paper Specification)	Открытый графический формат фиксированной разметки на базе XML
Zero Trust	Модель кибербезопасности, в рамках которой все пользователи, устройства и системы считаются потенциально ненадежными, независимо от их расположения

4. Методика исследования

4.1. Цель исследования

Цель данного исследования – анализ востребованного программного обеспечения, использующегося в сфере беспилотных авиационных систем, включая сравнение мировых и отечественных решений, оценку их функциональных возможностей и роли в отрасли, а также выявление перспектив развития ПО в соответствии с его классом.

4.2. Задачи исследования

Задачами аналитического исследования являются:

- классификация классов программного обеспечения и выполняемых функций;
- анализ существующего отечественного и зарубежного программного обеспечения, используемого на каждом этапе жизненного цикла БАС;
- идентификация ключевых разработчиков программного обеспечения в сфере БАС и направлений их деятельности;
- анализ потребностей пользователей программного обеспечения в отрасли БАС;
- примеры внедрения программного обеспечения в сфере БАС и его влияния на процессы;

– выявление отечественных решений в смежных отраслях с потенциалом применения в сфере БАС.

Вышеуказанные цели и задачи помогут детально разобраться в специфике отрасли, для дальнейшего создания плана развития и оптимизации программного обеспечения согласно современным требованиям и трендами.

5. Классификация ПО в сфере БАС

5.1. Классы ПО и выполняемые функции

Программные обеспечения разделяют по разделам, а внутри разделов по классам согласно классификатору ПО (в ред. приказов Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 22 сентября 2020 г. № 486, от 26 апреля 2022 г. № 393, от 22 декабря 2022 г. № 974).

В данном аналитическом исследовании будут рассмотрены основные классы ПО, необходимые на различных этапах жизненного цикла беспилотных аппаратов.

Первый рассматриваемый раздел «Системное программное обеспечение», в котором будет рассмотрен класс «Операционные системы». Операционные системы – это системы, которые обеспечивают функционирование средств вычислительной техники общего назначения.

Следующий раздел «Офисные приложения», в котором будут рассмотрены классы: «Коммуникационное программное обеспечение», «Офисные пакеты», «Почтовые приложения», «Браузеры».

Коммуникационное программное обеспечение – ПО, которое позволяет организовывать коммуникации пользователей, в том числе в виде голосовых и видеозвонков, обмениваться текстовыми сообщениями, файлами, электронными письмами.

Офисные пакеты – ПО, которое должно позволять создавать, просматривать и редактировать электронные документы.

Почтовые приложения – ПО, которое должно предоставлять доступ пользователя к его электронному почтовому ящику с учетом разграничения прав,

позволять получать, создавать, просматривать, редактировать, отправлять и хранить сообщения электронной почты.

Браузеры – ПО, которое должно предоставлять возможность для взаимодействия пользователя с удаленными (или локальными) ресурсами информационной сети Интернет.

Следующий раздел «Промышленное программное обеспечение», в котором будут рассмотрены классы: «Средства управления жизненным циклом изделия (PLM-системы)», «Средства автоматизированного проектирования (CAD-системы)», «Средства инженерного анализа (CAE-системы)», «Средства управления оборудованием с числовым программным управлением (CAM-системы)», «Средства технологической подготовки производства (CAPP-системы)».

PLM-система – ПО, которое должно предоставлять возможность информационной поддержки изделий на протяжении всех этапов их жизненного цикла.

CAD-системы – ПО, которое должно предоставлять возможность автоматизированного проектирования, которое должно позволять создавать конструкторскую и технологическую документацию.

CAE-системы – ПО, которое должно предоставлять возможность оценки жизнеспособности компьютерных моделей.

CAM-системы – ПО для подготовки управляющих программ для станков с числовым программным управлением.

CAPP-системы – ПО, которое должно предоставлять возможность для автоматизации планирования (проектирования) технологических процессов.

Следующий раздел «Средства управления процессами организации», в котором будут рассмотрены классы: «Средства управления производственными процессами (MES-системы)», «Средства финансового менеджмента, управления активами и трудовыми ресурсами (ERP-системы)», «Средства управления отношениями с клиентами (CRM-системы)».

MES-системы – ПО, которое должно быть предназначено для решения задач синхронизации, координации, анализа и оптимизации выпуска продукции.

ERP-система – ПО, которое должно обеспечивать непрерывную балансировку и оптимизацию ресурсов предприятия.

CRM-система – ПО, которое должно автоматизировать процессы обслуживания клиентов, сбор данных, планирование, бюджетирование, проведение и анализ результатов маркетинговых кампаний и программ лояльности, а также позволять контролировать процесс продаж и анализировать их динамику.

Следующий раздел «Отраслевое прикладное программное обеспечение», в котором будут рассмотрены решения: «Системы управления полетами», «Симуляторы БАС», «Фотограмметрическое ПО».

Системы управления полетами – это комплексы, которые обеспечивают управление и контроль полёта БАС, принятие решений и выполнение задач.

Симуляторы БАС – это специализированное программное обеспечение и оборудование, предназначенное для имитации реальных условий пилотирования дронов.

Фотограмметрическое ПО – это программы, которые позволяют получать точные измерения и трёхмерные модели объектов с помощью фотографий.

5.2. Обзор ПО для производства БАС

Производство беспилотных авиационных систем требует комплексного подхода, включающего:

- проектирование и разработку конструкторской документации с применением современных методов 3D-моделирования и цифрового анализа на соответствие прочностным, аэродинамическим и другим критически важным параметрам, заложенным в техническом задании изделия;

- разработку технологической документации с использованием программного обеспечения для станков с числовым программным управлением, что обеспечивает экономичное, масштабируемое и ресурсосберегающее производство;

- внедрение бережливого производства, обеспечивающего массовый выпуск изделий с максимальной эффективностью за счет рационального использования собственных ресурсов и выстраивания оптимальных кооперационных цепочек;
- разработку эксплуатационной документации для корректного и безопасного применения изделия операторами и персоналом, отвечающим за наземное обслуживание изделия в реальных условиях;
- управление всей имеющейся информацией об изделии на этапах разработки и производства.

Современное проектирование в условиях цифровой трансформации промышленности требует обязательного использования конструкторским бюро систем автоматизированного проектирования, иначе САПР или CAD-систем, а также систем расчетов, анализа и симуляции физических процессов – CAE-систем. В области беспилотной авиации, являющейся одной из наиболее технологически прогрессивных, данный тренд проявляется особенно ярко через повсеместный переход на электронные форматы конструкторской документации.

Появление 3D CAD-систем, которые заменили двумерные CAD-системы и позволили инженерам конструировать произвольные поверхности твердого тела в трех измерениях, что подтолкнуло к эволюции методов проектирования от статических двумерных чертежей с разными видами и разрезами, к динамическим, трехмерным виртуальным геометрическим моделям изделий. Появление CAE-систем, которые разрабатывали параллельно с 3D CAD-системами, расширили функциональные возможности компьютерного проектирования за счет того, что помогали инженерам оценить работоспособность и поведение трехмерной модели изделия в условиях, близкими к реальной эксплуатации, без больших затрат времени и средств.

Эти технологии открывают возможность создания цифрового двойника – виртуальной копии изделия, способной проходить испытания и сертификацию в цифровой среде. Такой подход позволяет значительно сократить затраты, минимизировать использование ресурсов и, что особенно важно, ускорить выход

готового изделия в эксплуатацию при полном соблюдении всех необходимых стандартов и подтверждении требований к изделию.

После завершения проектирования и проведения всех необходимых расчетов и испытаний, когда окончательный облик изделия определен, начинается этап подготовки к производству и инженеры-технологи на основе конструкторской документации разрабатывают технологическую документацию. Этот процесс выполняется с применением современных цифровых решений, включая САМ и САРР-системы.

Появление САМ-систем, используя которые инженеры получили возможность писать управляющие программы для станков с ЧПУ, позволило существенно сократить время изготовления деталей, а также повысить качество конечного продукта. Инженер-технолог загружает 3D-модели заготовки и детали в модуль САМ, в котором задает оборудование, инструмент и параметры обработки. Модуль САМ распознает конструктивные элементы 3D-модели детали, определяет зоны и режимы обработки, формирует процесс обработки. Система автоматически рассчитывает траекторию обработки, генерирует управляющую программу и моделирует обработку с учетом виртуальной модели станка и инструмента на основе полученной управляющей программы для конкретного станка и его стойки.

Для проектирования технологий изготовления начали использоваться САРР-системы, задачей которых стало создание инженерами маршрута изготовления деталей и сборочных единиц. В этот маршрут входят сведения о последовательности технологических операций изготовления детали, а также сборочных операциях (при необходимости); оборудование, используемое на каждой операции, приспособление и инструмент, при помощи которого на операциях выполняется обработка. Обычно технологическая подготовка производства заключается в проектировании технологических процессов на новые изделия, или адаптация технологических процессов по уже имеющейся базе типовых технологических процессов.

По результатам разработки конструкторской и технологической документации наступает этап передачи документации от конструкторского бюро непосредственно на производство, для дальнейшего изготовления БВС. Для обеспечения конкурентоспособности изделия критически важно организовать высокоэффективное и экономически оптимальное производство. Даже при превосходных тактико-технических характеристиках, высокая себестоимость может сделать массовый выпуск нерентабельным. Решению этих задач способствуют системы управления производственными и бизнес-процессами, позволяющие оптимизировать как внутренние операции предприятия, так и внешние кооперационные связи. Производственными решениями выступают: MES, ERP системы.

Центральным звеном в оперативном управлении производственными процессами является MES-система, отвечающая уже за управление производством в целом. Эти системы обеспечивают сквозной контроль за выполнением операций, начиная от планирования и диспетчеризации заданий и заканчивая анализом эффективности работы оборудования и всего производства. Важной составляющей MES является контроль качества, позволяющий не только оперативно выявлять отклонения и дефекты, но и анализировать их причины, минимизируя потери от брака. Интеграция с системами АСУ ТП дает возможность собирать и анализировать производственные данные в режиме реального времени, что способствует принятию обоснованных управленческих решений. Помимо этого, MES-системы помогают оптимизировать использование материалов и запасов, сокращая издержки и предотвращая простои. Они также служат единой цифровой платформой для хранения рабочих инструкций и технической документации, обеспечивая сотрудников актуальной информацией.

Финансово-хозяйственное управление регулируется при помощи ERP-систем – системы цифрового планирования ресурсов предприятия. Центральное место в функционале ERP-систем занимает автоматизация учетных и управленческих операций, охватывающая бухгалтерский и налоговый учет, организацию закупочной деятельности с контролем всего цикла поставок

и договорной работы, а также процессы бюджетного планирования и финансового прогнозирования. Важной особенностью таких систем является создание единого информационного пространства, которое устраняет проблему дублирования данных, минимизируя расхождения в отчетности и обеспечивая согласованность работы всех структурных подразделений компании. Также современные ERP-решения оснащены мощными аналитическими модулями, которые обеспечивают оперативное формирование различных видов отчетности и предоставляют возможности для интеграции с бизнес-аналитическими платформами. Такой подход позволяет руководству компании получать актуальную информацию для принятия управленческих решений в режиме реального времени.

По завершению изготовления продукции ключевым этапом становится ее сбыт, где существенную роль играют CRM-системы, являющимися незаменимым инструментом для реализации продукции на рынке.

Данные программные решения являются средствами цифрового взаимоотношения с клиентами, призванные повысить эффективность продаж, а также отвечают за стратегию и маркетинг компании. Основная функциональность таких систем сосредоточена вокруг централизованного управления клиентской базой, где накапливается и структурируется вся информация о контактах, истории взаимодействий и предпочтениях каждого клиента. Также системы позволяют автоматизировать напоминания о важных событиях и упорядочивать воронку продаж. Маркетинговые инструменты, встроенные в CRM, дают возможность проводить персонализированные рассылки, отслеживать их эффективность и анализировать поведение целевой аудитории. Важным модулем систем является клиентский сервис, который помогает организовать обработку обращений через различные системы каналы коммуникации. Аналитические возможности систем предоставляют руководству наглядные отчеты и прогнозы, помогающие в принятии стратегических решений. Современные CRM-платформы отличаются гибкостью интеграции с другими бизнес-приложениями, такими как ERP-системы, сервисы электронной почты и телефонии, что создает единое информационное пространство для всех подразделений компании.

Отдельно необходимо выделить целый раздел ПО «Офисные приложения», без которого сложно представить работу любого современного предприятия или учреждения.

С 2019 года в связи с глобальной эпидемиологической обстановкой особенно быстро стало развиваться коммуникационное программное обеспечение. Эти технологические решения кардинально трансформировали подходы к деловому взаимодействию, обеспечив обсуждение различных рабочих вопросов посредством проведения видеоконференцсвязи со всеми заинтересованными лицами без привязки к их местоположению. Ключевая ценность таких платформ заключается в способности организовывать мгновенную коммуникацию различных участников процесса: сотрудников компании, подрядчиков, поставщиков, и других заинтересованных участников. Подобные решения стали технологическим фундаментом для поддержания непрерывности протекания бизнес-процессов. Современные коммуникационные платформы превратились из вспомогательного инструмента в критически важный элемент корпоративной ИТ-инфраструктуры. Их функционал продолжает расширяться, интегрируя новые возможности для совместной работы и управления проектами.

Особое значение в повседневной работе специалистов, чья деятельность связана с компьютером, стали неотъемлемые инструменты, такие как офисные пакеты. Данные программные решения используются для выполнения ключевых задач: от подготовки текстовых отчетов и аналитических таблиц до создания визуализаций данных и презентационных материалов. В условиях автоматизации офисные пакеты превратились в обязательный компонент корпоративной ИТ-инфраструктуры и занимают в ней одно из центральных мест.

Также современная профессиональная деятельность не представляется без использования веб-браузеров – основными инструментами для работы в глобальном информационном пространстве Интернете. Особую значимость браузеры приобрели в период распространения облачных технологий, предоставляя пользователям не только возможность оперативного поиска необходимой информации, но и обеспечивая доступ к облачным сервисам и веб-версиям

приложений, тем же офисным пакетам, коммуникационному ПО, а также существует возможность работы с тяжелыми системами, такие как CAD-системы с ограниченным функционалом.

Многие вышеперечисленные системы и данные в них необходимо и целесообразно консолидировать в единой системе и данный продукт называется PLM-система, которая служит системой управления жизненным циклом изделия. Процесс работы предприятия регламентируется большим количеством документации. Чертежи, технические карты, нормативные документы, изменения, вносимые в процессе согласования и прочее. Систематизировать и контролировать этот поток информации сложно даже на небольших предприятиях. Внедрение PLM-технологий создает контролируемую среду распространения информации, доступной по первому требованию. Основными задачами PLM является: управление данными о продукте, основными средствами производства, программами и проектами, сопровождение на протяжении жизненного цикла, управление качеством. Выполнение всех этих задач дает возможность аккумулировать всю имеющуюся информацию по изготавливаемому изделию.

Для управления всем жизненным циклом изделия служат комплексные платформы – PLM-системы, объединяющие разрозненные данные и процессы в едином цифровом пространстве. На промышленных предприятиях, где огромные массивы технической документации, включая чертежи, технологические карты и нормативные материалы, постоянно подвергаются изменениям в процессе согласования, такие системы становятся незаменимым инструментом организации работы. Ценность PLM-решений заключается в создании упорядоченной и контролируемой среды для работы с продуктом, обеспечивающей централизованное хранение и оперативный доступ ко всей связанной с изделием информации. Система позволяет осуществлять сквозное управление данными о продукте, производственных мощностях и проектной документации на всех этапах жизненного цикла изделия от начальной его концепции до утилизации. Внедрение данной системы обеспечивает предприятию единый

надежный источник актуальной информации, доступный всем участникам производственного процесса в режиме реального времени.

Но современную цифровую среду невозможно представить без операционных систем, без которых компьютерные устройства и программное обеспечение были бы просто бесполезны. Эти сложные программные комплексы выполняют роль посредника между физическими компонентами оборудования и прикладными приложениями. Являясь центральным элементом ИТ-инфраструктуры, операционные системы обеспечивают слаженное взаимодействие всех уровней компьютерной системы – от управления аппаратными ресурсами до организации пользовательского интерфейса. Их фундаментальная роль – координировать работу разнородных программных компонентов, создавая единую рабочую среду для выполнения бизнес-задач. В корпоративном контексте операционные системы образуют базовый слой технологического стека компании, определяя возможности и границы всей цифровой экосистемы предприятия. Надежность и эффективность этих систем напрямую влияет на стабильность бизнес-процессов и продуктивность работы сотрудников, что делает их критически важным элементом современной организационной инфраструктуры.

5.3. Обзор ПО для эксплуатации БАС

Программное обеспечение для управления БАС играет критически важную роль в обеспечении эффективного функционирования беспилотных систем. Оно охватывает широкий спектр задач, включая планирование полетов, оперативное управление, обработку телеметрических данных и интеграцию с внешними системами. В зависимости от специфики применения выделяются различные категории специализированного программного обеспечения.

Основной класс составляют системы управления полетами, которые предоставляют оператору инструменты для ручного и полуавтоматического управления БВС, а также позволяют разрабатывать полетные миссии и отслеживать телеметрию в реальном времени. Такие решения включают алгоритмы автономной навигации и координированного управления множеством аппаратов.

Важное место занимают симуляторы БАС, предназначенные для тестирования и отработки полетных сценариев в виртуальной среде. Они позволяют моделировать разнообразные условия эксплуатации, минимизируя риски при реальных запусках.

Наиболее перспективным направлением развития являются специализированные программные комплексы с интегрированными алгоритмами искусственного интеллекта. Данные решения обеспечивают реализацию сложных функций компьютерного зрения, включая распознавание и классификацию объектов, их семантическую сегментацию, а также последующую интеллектуальную обработку полученных данных. Практическое применение таких систем особенно востребовано в агропромышленном комплексе для мониторинга состояния сельскохозяйственных культур, в энергетической отрасли при диагностике инфраструктуры объектов энергосетей, а также в оборонно-промышленном секторе для решения задач оперативной разведки и точного наведения.

5.4. Обзор ПО для анализа данных, получаемых с БАС

Данные, получаемые с целевой нагрузки беспилотных авиационных систем после выполнения полета, включают аэрофотоснимки, видеозаписи, лидарные сканы, мультиспектральные изображения и телеметрическую информацию. Для их обработки и анализа применяется специализированное программное обеспечение, которое можно разделить на несколько ключевых категорий.

Фотограмметрическое программное обеспечение позволяет преобразовывать исходные данные в ортомозаики, цифровые модели рельефа и трехмерные модели местности. Эти решения особенно востребованы в картографии, строительстве и археологии.

Особое место занимает программное обеспечение для обработки мультиспектральных и тепловых данных, нашедшее широкое применение в сельском хозяйстве для оценки состояния посевов, а также в экологическом мониторинге для выявления аномалий и изменений окружающей среды.

Таким образом, современные программные решения для обработки данных БАС охватывают широкий спектр задач – от создания точных трехмерных моделей до аналитики в агропромышленном комплексе и природоохранной деятельности.

5.5. Связь ПО с этапами жизненного цикла БАС

Связь программного обеспечения с этапами жизненного цикла представлена на рисунке:



5.6. Влияние и эффекты внедрения ПО в соответствии с его классом в различных секторах экономики

Современные системы автоматизированного проектирования (CAD-системы) и инженерного анализа (CAE-системы) кардинально преобразуют процесс разработки изделий конструкторами, обеспечивая комплексные преимущества на всех этапах проектирования и подготовки производства.

Применение CAD-систем позволяет достичь принципиально нового уровня точности проектирования. В отличие от традиционного ручного черчения, цифровые технологии исключают характерные человеческие ошибки в расчетах и графических построениях. Встроенные алгоритмы автоматически контролируют соблюдение геометрических параметров, допусков и конструктивных требований, что особенно критично для ответственных изделий. Современные CAD-решения предоставляют инженерам мощный инструмент для быстрого создания и модификации сложных 3D-моделей, при этом значительно сокращая временные затраты по сравнению с классическими методами проектирования.

Важным преимуществом является использование обширных библиотек стандартизированных элементов - от типового крепежа до сложных узлов типа подшипников. Это не только ускоряет процесс разработки, но и обеспечивает соответствие отраслевым стандартам. После завершения моделирования система автоматически генерирует полный комплект конструкторской документации, включая чертежи и спецификации, что существенно упрощает переход к этапу производства.

Дополняя CAD-технологии, CAE-системы вносят решающий вклад в оптимизацию разработки. Возможность виртуальных испытаний цифровых прототипов позволяет минимизировать количество дорогостоящих физических макетов, сокращая как временные, так и финансовые затраты. Инженеры получают возможность проводить многовариантные расчеты для подбора оптимальных материалов и конструктивных решений без риска перепроизводства.

Особую ценность представляет способность CAE-систем моделировать различные виды нагрузок и рабочих режимов, заменяя сложные натурные испытания компьютерным анализом. Это позволяет оперативно оценивать последствия конструктивных изменений, выявлять потенциальные проблемы на ранних стадиях и сокращать количество необходимых итераций доработок.

Комплексное применение CAD и CAE технологий обеспечивает принципиальное повышение надежности разрабатываемых изделий. Проведение расчетов прочности, аэродинамического анализа и тепловых расчетов на этапе проектирования позволяет создать изделие, оптимально соответствующее всем эксплуатационным требованиям. В результате значительно сокращается срок вывода изделия на рынок при одновременном повышении его качества и снижении себестоимости.

Таким образом, интеграция CAD и CAE систем формирует новую парадигму инженерного проектирования, где цифровые технологии становятся ключевым фактором достижения конкурентных преимуществ в современных условиях высокотехнологичного производства.

Существенно оптимизировать процесс подготовки производства за счет автоматизации ключевых этапов разработки технологической документации позволяют САРР-системы. Эти системы обеспечивают инженерам-технологам сокращение временных затрат благодаря использованию стандартизированных процессов и шаблонов, а также за счет подбора оптимальных технологических операций, оборудования и инструмента. Оптимизация маршрутов изготовления ДСЕ приводит к снижению производственных издержек и себестоимости выпускаемой продукции. Параллельно достигается повышение точности исполнения технологической документации благодаря минимизации влияния человеческого фактора, характерных для ручного проектирования, а также строгим регламентированным процедурам верификации. Автоматизация производственного цикла достигается при помощи интеграции с CAD, CAM и ERP-системами.

Появление станков с ЧПУ в XX веке кардинально изменило подходы к производству, обеспечив принципиально новый уровень точности изготовления деталей. Эти технологии позволили минимизировать погрешности оператора, гарантируя стабильное соответствие изделий конструкторской документации с высокими требованиями к точности изготовления.

Преимуществом ЧПУ-оборудования является возможность реализации технологий, обеспечивающих прохождение сложных траекторий инструмента. Это привело к существенному сокращению времени обработки при одновременном повышении качества продукции. Экономический эффект проявляется в комплексном снижении производственных затрат – от экономии материалов до уменьшения доли несоответствующей продукции и брака.

Современное производство демонстрирует четкую тенденцию к снижению зависимости от человеческого фактора, перенося ключевую роль с оператора станка на инженера-программиста. Эффективное использование потенциала ЧПУ-оборудования требует профессиональной разработки управляющих программ в специализированных CAM-системах.

Развитие цифровых производственных технологий продолжает усиливать значение CAM и САРР-решений, делая их неотъемлемым компонентом

интегрированных автоматизированных систем проектирования и изготовления продукции. Результатами внедрения данных систем становится повышение общей эффективности подготовки производства, что выражается в сокращении сроков вывода продукции на рынок, снижении производственных затрат и повышении качества выпускаемой продукции.

Технологическая трансформация затрагивает фактически каждое производственное предприятие и одним из этапов данной трансформации является интеграция АСУ ТП и MES-систем, которые обеспечивают принципиально новый уровень управления производственными процессами. АСУ ТП выполняет функцию сбора и агрегации технологических данных с датчиков, контроллеров и производственного оборудования, формируя единое информационное пространство. Эти данные в реальном времени передаются в MES-систему, которая служит инструментом оперативного управления и анализа для персонала предприятия.

Главной целью внедрения является существенное повышение эффективности всего производственного процесса. Непрерывный мониторинг параметров оборудования и производственных показателей позволяет минимизировать простои технологических линий. Применение предиктивной аналитики дает возможность прогнозировать и предотвращать аварийные ситуации, оптимизируя графики технического обслуживания.

Еще одним позитивным эффектом является автоматизация информационных потоков между производственными подразделениями, что сокращает цикл изготовления продукции за счет исключения ручного ввода данных и ускорения принятия управленческих решений. Одновременно достигается оптимизация использования ресурсов – снижается потребление сырья и энергоносителей, уменьшаются трудозатраты.

Встроенные механизмы контроля технологических параметров и анализ производственных данных позволяют своевременно выявлять отклонения для оперативного принятия мер по их устранению, что существенно сокращает

процент изготовления несоответствующей продукции и положительно влияет на ее качество.

Таким образом, интеграция АСУ ТП и MES-систем представляет собой основополагающим решением цифровой трансформации производства, обеспечивающий комплексное повышение операционной и экономической эффективности промышленных предприятий.

Отдельно необходимо рассматривать эффекты от внедрения систем ERP, которые кардинально меняют управление бизнес-процессами предприятия, затрагивая все уровни управления. Система агрегирует в едином информационном пространстве данные финансового, производственного, логистического и кадрового учета. Это обеспечивает прозрачность операционной деятельности и формирует надежную систему для принятия управленческих решений.

За счет автоматизации и стандартизации бизнес-процессов происходит сокращение временных затрат на выполнение рутинных операций, связанных с документооборотом, планированием и отчетностью. Параллельно система снижает количество человеческих ошибок, что крайне важно в процессах финансового учета и управления ресурсами.

Финансово-экономический эффект формируется через оптимизацию реализации ресурсов предприятия. Эффективное планирование и контроль позволяет сократить избыточные запасы сырья и готовой продукции, обеспечив рациональным использованием имеющихся складских помещений компании.

Аналитический потенциал системы предоставляет руководству компании оперативный доступ к данным для глубокого анализа и прогнозирования, что создает надежную основу для стратегического развития бизнеса. Такой подход гарантирует высокую точность и обоснованность принимаемых стратегических решений, минимизируя риски и усиливая конкурентные преимущества компании.

Таким образом, внедрение ERP-системы создает комплексный эффект, проявляющийся как в операционной эффективности, так и в стратегической

управляемости предприятия, что в долгосрочной перспективе приводит к устойчивому развитию бизнеса.

Современные требования к управленческому персоналу включают обязательное владение CRM-системами, поскольку их использование напрямую способствует улучшению финансовых результатов организации. Такие системы обеспечивают рост продаж, снижение операционных затрат и совершенствование ключевых бизнес-процессов. Мониторинг ключевых показателей эффективности дает руководству возможность оперативно принимать корректирующие решения, направленные на улучшение коммерческих результатов и укрепление клиентской базы. Важно понимать, что эффективное управление невозможно без системного измерения и анализа показателей деятельности.

Экономические выгоды от внедрения CRM-систем складываются из нескольких аспектов, таких как автоматизация управления персоналом и распределением задач, с оптимизацией всех рутинных задач. Цифровизацию процесса продаж и сопутствующих процессов. Сравнительная оценка эффективности различных продажных методик и анализ результативности коммерческих предложений при помощи встроенных аналитических средств CRM-системам, дают возможность руководству принимать наиболее обоснованные и эффективные управленческие решения.

Внедрение современных коммуникационных платформ трансформировало процессы внутреннего и внешнего взаимодействия компаний, обеспечив оперативное обсуждение рабочих вопросов и принятие решений в режиме реального времени. Это позволило значительно сократить количество очных встреч, тем самым оптимизировав временные затраты сотрудников. Ключевым преимуществом таких систем является повышение доступности участников: благодаря возможности удалённого подключения из любой точки мира, вовлечённость необходимых специалистов в обсуждение существенно возросла. Однако наиболее значимым эффектом от их внедрения стала оптимизация использования критически важного ресурса – времени.

Почтовые приложения стали неотъемлемой частью корпоративной инфраструктуры. Их внедрение существенно трансформировало бизнес-процессы, повысив эффективность коммуникации, скорость обработки информации и управление документами.

Использование корпоративных почтовых сервисов позволило значительно упростить обмен информацией внутри организаций и с внешними контрагентами. Благодаря мгновенной доставке сообщений и вложений удалось минимизировать зависимость от традиционной бумажной переписки, что привело к существенному сокращению расходов на печать и физическую транспортировку документов. Дополнительным преимуществом стало удобство систематизации переписки – все отправленные и полученные сообщения автоматически архивируются, обеспечивая быстрый доступ к истории обсуждений при необходимости. Применение почтовых сервисов многократно ускоряют бизнес-процессы. Организации получили возможность минимизировать эксплуатационные расходы, связанные с бумажным делопроизводством, одновременно повысив безопасность хранения и передачи конфиденциальной информации.

Офисные пакеты занимают центральное место в процессе цифровизации предприятий, предлагая оптимальное сочетание интуитивно понятного интерфейса и расширенного функционала. Унифицированные форматы файлов, такие как DOCX, XLSX и PPTX, ставшие отраслевым стандартом, обеспечивают беспрепятственное взаимодействие между специалистами различных подразделений. Интегрированные средства проверки орфографии и автоматического форматирования существенно повышают качество выходных документов. Наиболее значимым результатом внедрения офисных решений становится существенный рост производительности труда. Это достигается за счет автоматизации типовых операций и сокращения временных затрат на подготовку документации. Использование готовых шаблонов и специализированных инструментов оптимизирует процессы создания: деловой корреспонденции, аналитических отчетов, презентационных материалов и других документов. Такая автоматизация рутинных задач позволяет сотрудникам сосредоточиться на решении стратегически важных вопросов,

что в конечном итоге повышает эффективность работы организации в целом. Веб-браузеры приобрели стратегическое значение для бизнеса, выполняя функцию универсального шлюза для доступа к специализированному программному обеспечению. Они обеспечивают интеграцию с промышленными системами, офисными платформами и другими бизнес-приложениями, создавая единую рабочую среду независимо от типа используемого оборудования. Кроссплатформенная природа браузеров позволяет работать с корпоративными ресурсами на различных устройствах из любой точки мира, где имеется доступ к Интернету, в режиме реального времени. Особую значимость работы с браузерами приобретается в условиях активного перехода на облачные сервисы.

Внедрение PLM-систем обеспечивает масштабные изменения в организации бизнес-процессов, повышению качества продукции и улучшению экономических показателей предприятия. Сокращается время вывода продукта на рынок за счет автоматизации процессов проектирования, тестирования и выпуска. Функционал контроля ревизий разрабатываемых изделий, отслеживания модификаций и согласования доработок улучшает управление изменениями. Снижается количество ошибок и переделок за счет централизованного хранения данных и использования цифровых двойников. Единая среда данных для инженеров, технологов, производителей и менеджеров улучшает взаимодействие между подразделениями предприятия. Возможность автоматизация документооборота в системе охватывает все этапы жизненного цикла от технического задания до сервисной документации. Сквозной контроль на всех этапах жизненного цикла изделия повышает качество выпускаемой продукции. Снижается количество брака благодаря автоматизированным проверкам и анализу данных. Также упрощается соблюдение стандартов и нормативов, таких как ISO, ГОСТ и отраслевых требований. Интеграция с ERP, MES и CAD/CAM-системами обеспечивает сквозную цифровизацию процессов. Таким образом, PLM-системы не просто автоматизируют отдельные процессы, а трансформируют весь подход к управлению продуктом. Они способствуют снижению издержек, ускорению разработки и повышению

конкурентоспособности компании. Однако успешное внедрение требует четкой стратегии, обучения персонала и интеграции с другими корпоративными системами.

Средства обеспечения полетов занимают центральное место в программном обеспечении отрасли БАС, поскольку обеспечивают саму возможность функционирования всей системы. Благодаря корректной работе этого ПО и его слаженному взаимодействию с системами управления БВС достигается принципиальное повышение безопасности полетов, существенно снижающее риски авиационных происшествий. Ключевым преимуществом является автоматизированное предотвращение аварийных ситуаций, включая случаи потери связи или несанкционированного выхода воздушного судна за пределы установленной зоны полета. Правильно настроенное программное обеспечение дополнительно гарантирует повышенную надежность и сохранность БВС, минимизируя вероятность технических отказов благодаря встроенным механизмам диагностики и превентивного устранения неисправностей. Современные решения также обеспечивают более эффективное выполнение полетных заданий за счет оптимизированного взаимодействия между оператором и беспилотником, что значительно снижает нагрузку на пилота. В совокупности эти факторы приводят к заметному сокращению эксплуатационных расходов при использовании БАС-систем, повышая их экономическую эффективность и практическую ценность.

Внедрение специализированного программного обеспечения для осуществления автономных полетов БВС кардинально расширяет их функциональные возможности, особенно при управлении группами аппаратов. Такое ПО служит не просто дополнением к традиционным системам управления, а становится компонентом, значительно повышающим эффективность всей БАС-системы. Одним из ключевых преимуществ внедрения является существенное снижение вероятности ошибок при пилотировании. Автономные алгоритмы полностью исключают человеческий фактор, гарантируя точное выполнение задач. Параллельно интеллектуальные системы планирования маршрутов и адаптивного управления позволяют оптимизировать энергопотребление, что приводит к заметному увеличению продолжительности

полета. Особого внимания заслуживает возможность координации множества БВС, обеспечивающая синхронное взаимодействие целых групп аппаратов. Практическое применение групповых систем управления БВС открывает новые горизонты в различных сферах деятельности.

Внедрение симуляторов БАС оказывает комплексное влияние на подготовку операторов, разработку технологий и экономику эксплуатации дронов. Эти решения стали неотъемлемой частью современной экосистемы беспилотной авиации. Симуляторы позволяют отрабатывать навыки пилотирования в виртуальной среде, что значительно сокращает риск аварий при реальных полетах. Обучающиеся могут столкнуться с различными нештатными ситуациями – от отказов оборудования до сложных погодных условий – без угрозы для техники и окружающих. Производители БВС используют симуляторы для виртуальных испытаний новых моделей и программного обеспечения. Такой подход позволяет проверять алгоритмы автономного управления, тестировать работу БВС в экстремальных условиях и отрабатывать групповое взаимодействие БАС. Тем самым симуляторы сокращают время вывода продукции на рынок и снижают затраты на физические прототипы. Следовательно использование симуляторов приводит к существенной экономии ресурсов, снижая расходы на ремонт БВС и оборудования при обучении операторов, обеспечивая реалистичность и возможность масштабирования тренировочных процессов. Также не возникает потребность в развертывании реальных полигонов для испытаний БВС и подготовки кадров.

Внедрение фотограмметрического программного обеспечения способно значительно улучшить работу во многих отраслях, таких как геодезия, картография, строительство, сельское хозяйство, археология, мониторинг объектов, а также в сфере развлечений, включая создание 3D-моделей для игр и кино. Основное преимущество этой технологии заключается в быстрой обработке больших объемов аэрофотоснимков, полученных с беспилотных летательных аппаратов, с возможностью последующего построения детализированных 3D-моделей. Среди ключевых функций – ортотрансформирование, создание цифровых моделей рельефа,

генерация ортофотопланов и точечных облаков, что существенно улучшает визуализацию и анализ данных. В сельском хозяйстве фотограмметрия позволяет создавать NDVI-карты для оценки состояния посевов, а в энергетике – контролировать линии электропередач, что приводит к снижению затрат предприятий. Кроме того, эти технологии активно применяются в виртуальной и дополненной реальности, где используются для разработки цифровых двойников различных объектов. Таким образом, использование фотограмметрического ПО повышает точность данных, ускоряет аналитические процессы и помогает оптимизировать расходы в разных сферах деятельности.

Одним из ключевых эффектов от внедрения специализированного программного обеспечения для обработки мультиспектральных и тепловых данных является повышение точности и детализации анализа данных. Благодаря автоматизированной обработке удастся более точно классифицировать объекты на основе их спектральных характеристик, например определять типы растительности, почвы и водных ресурсов. Кроме того, тепловые данные позволяют выявлять аномалии, такие как перегрев оборудования или утечки тепла. В сельском хозяйстве данное программное обеспечение помогает контролировать состояние посевов, анализируя вегетационные индексы, такие как NDVI, что позволяет своевременно выявлять проблемные участки. Это приводит к оптимизации использования воды и удобрений, снижая затраты и повышая урожайность. Программное обеспечение позволяет отслеживать загрязнения, включая нефтяные разливы и промышленные выбросы, а также оценивать состояние лесов, выявляя незаконные вырубки и последствия пожаров, что приносит огромный вклад в работу служб экологического мониторинга и служб МЧС. В энергетике и инфраструктуре тепловой анализ помогает обнаруживать перегрев линий электропередач и дефекты в зданиях, что способствует повышению энергоэффективности. В оборонной сфере мультиспектральные и тепловые данные используются для обнаружения скрытых объектов и мониторинга границ. Таким образом, программное обеспечение для обработки мультиспектральных и тепловых данных не только улучшает качество анализа, но и обеспечивает

значительную экономическую выгоду, делая его ценным инструментом в современных технологических процессах.

6. Анализ российского ПО в сфере БАС

6.1. Обзор доступного ПО и сфер его применения

Раздел ПО Операционные системы

Согласно рейтингу российских операционных систем 2024 года, опубликованному Market.Snews, тройку лидеров занимают операционные системы:

- ALT Linux (Разработчик – ООО «Базальт СПО»; АО «Информационная внедренческая компания»);
- РЕД ОС (Разработчик – ООО «РЕД СОФТ»);
- Astra Linux (Разработчик – АО «НПО РусБИТех»).

При определении мест в рейтинге использовалась балльная система, основанная на сравнении девяти параметров, в число которых входили: распространение ОС, ее универсальность, наличие версий для различных устройств, потребителей и архитектур процессоров, минимальные требования к ПК, сертификаты безопасности, защищенность и стоимость.

Первое место в рейтинге заняла наиболее популярная среди отечественных ОС Astra Linux – 806 баллов. С некоторым отрывом от нее идут РЕД ОС и «Альт» – 723 и 713 баллов соответственно.



Astra Linux

Разработчик – ООО «РусБИТех-Астра».

Включено в Единый реестр российского ПО.

Astra Linux в настоящее время является безусловным лидером рынка российских операционных систем. Особенно хорошо она показывает себя там, где важно обеспечить максимальную защиту информации. И, собственно, нацелена именно на эту нишу. Для домашнего использования она подходит не так хорошо. Актуальных бесплатных версий ОС Astra Linux нет.

Система сертифицирована СЗИ ФСТЭК России, как система первого, наивысшего, уровня доверия, подходящая для работы с гостайной.

Кроме того, Astra Linux адаптирована под работу с отечественными процессорами «Эльбрус», что в настоящее время очень актуально.

Из прочих достоинств можно отметить невысокие требования системы к вычислительным мощностям, что позволяет ей работать даже на сравнительно устаревших ПК. Хороша Astra Linux и тем, что уже при установке в ней предусмотрен весь необходимый комплект ПО, позволяющий решать базовые задачи без специальной настройки системы.

Отдельного внимания достоин защищенный графический интерфейс Fly, рабочий стол, дизайн которого во многом напоминает Windows и привычен для пользователей.

Astra Linux Special Edition со встроенными средствами защиты информации включает четыре версии продукта:

- Astra Linux Server – серверная версия, в которую входят все компоненты, необходимые для обеспечения работы серверов и управления ими: от почтового сервера до серверов виртуализации и контейнеризации;
- Astra Linux Desktop – версия для рабочих станций. Поддерживает разные процессорные архитектуры. Предусмотрены три уровня защиты: «Орел» или «Базовый», «Воронеж» – «Усиленный», а также «Смоленск» – «Максимальный»;
- Astra Linux Mobile – версия для мобильных устройств, работа которых должна вестись в защищенной корпоративной ИТ-инфраструктуре;
- Astra Linux Embedded – версия для специализированных программно-аппаратных комплексов. Таких как POS-системы, платежные терминалы, инфокиоски, постаматы и многие другие. Эта версия ОС поставляется только вместе с устройствами.

РЕД ОС

Разработчик – ООО «РЕД СОФТ».

Включено в Единый реестр российского ПО.

РЕД ОС включает бесплатные дистрибутивы для домашнего и некоммерческого использования, версии для рабочих станций, серверов и редакцию, сертифицированную ФСТЭК для компаний, требовательных к защите информации.

Продукты регулярно обновляются. В частности, в конце февраля 2024 года вышла РЕД ОС 8.

Система неплохо ладит с большим количеством приложений и даже поддерживает некоторые игры. Она сертифицирована ФСТЭК, как операционная система общего назначения типа А со встроенными средствами защиты от несанкционированного доступа к информации, не содержащей сведений, составляющих гостайну.

Из преимуществ РЕД ОС можно выделить:

- совместимость с современным оборудованием – процессорами, видеокартами и периферией, включая такие процессоры, как «Байкал-М» и Huawei Kunpeng;
- набор средств разработки: компиляторы, средства сборки, отладки и др;
- совместимость с приложениями таких крупных вендоров, как 1С, АBBYY, Citrix, Dr. Web и др;
- Неприхотливость по отношению к качеству железа;
- Возможность выбирать окружение рабочего стола.

ОС «Альт»

Разработчик – ООО «Базальт СПО»; АО «Информационная внедренческая компания».

Включено в Единый реестр российского ПО.

Есть бесплатные версии для частного использования. Система сертифицирована ФСТЭК и поддерживает большое количество архитектур процессоров.

В зависимости от того, для каких целей нужен дистрибутив, на сайте предусмотрено несколько разных сборок, в том числе:

- «Альт СП». Сертифицирована ФСТЭК и предназначена для серверов и рабочих станций со встроенными программными средствами защиты информации;
- «Альт Рабочая станция» и «Альт Рабочая станция К». Первая предназначена для дома и офиса. Вторая – для крупных компаний и госучреждений. Есть бесплатная версия для использования на домашних компьютерах;
- «Альт Сервер». Серверная версия;
- «Альт Образование». Дистрибутив, включающий все необходимое ПО, которое чаще всего используется в процессе обучения;
- «Альт Виртуализация». Предоставляет функции виртуализации и контейнеризации;
- Symply Linux. Бесплатная система, заточенная в основном на частного пользователя. Дружелюбная и не требовательная к железу с набором необходимого ПО;
- «Альт Платформа». Предназначена для разработчиков ПО.

Большим преимуществом ОС «Альт» можно считать наличие собственного репозитория Sisyphus, который входит ТОП-10 крупнейших в мире.

Операционная система	Astra Linux	РЕД ОС	"Альт"
Место в топ-8 CNews	1	2	3
Количество партнерских совместимых программных продуктов без учета версионности	550	1000	750
Количество российских устройств, с которыми подтверждена совместимость	2000	1000	200
Количество учебных центров	84	67	14
Версии для различных типов устройств: десктопная, мобильная, тонкий клиент, серверная версии	Да	Да	Да
Версии для различных потребителей	Корпоративная, госструктуры, образовательные учреждения	Домашняя, корпоративная, госструктуры, образовательные учреждения	Домашняя, корпоративная, госструктуры, образовательные учреждения
Версии для различных архитектур процессоров	x86-64, ARM, "Эльбрус", RISC-V, ARM32	x86-64, "Эльбрус", i686; aarch64: Байкал-M, Raspberry Pi, Huawei Taishan (Kunpeng)	x86-32, x86-64, ARM, "Эльбрус", RISC-V, ppc64le, Loongarch64
Сертификаты безопасности	В реестре российского ПО, ФСТЭК России, ФСБ России, Минобороны РФ	В реестре российского ПО, ФСТЭК России	В реестре российского ПО, ФСТЭК России, ФСБ России, Минобороны РФ
Уровень доверия по ФСТЭК	1	4	4
Уровень защищенности по ФСТЭК	1	4	4

Раздел ПО Офисные приложения

Класс – Коммуникационное ПО

В 2025 году российский рынок видео-конференц-связи формируется под воздействием четырёх ключевых трендов: технологического суверенитета, требований к производительности, безопасности данных и интеграционной зрелости решений.

Российский рынок решений для видео-конференц-связи переживает период активного развития, демонстрируя рекордные темпы роста. Аналитики BusinesStat отмечают впечатляющую динамику: за последние четыре года объём российского рынка программного обеспечения для ВКС увеличился на 88%, достигнув 24,9 млрд рублей в 2024 году. Особенно показателен 25-процентный рост, зафиксированный в ушедшем году; он стал следствием массового внедрения видеокommunikаций в различных отраслях экономики.

Интересные данные получены в результате опроса 628 ИТ-специалистов: 27% респондентов используют как отечественные решения, так и зарубежные; 25% продолжают работать исключительно с иностранными продуктами. Среди пользователей зарубежного ПО только 34% приобретают лицензии, остальные 66% пользуются бесплатными версиями.

TrueConf

Разработчик – ООО «Труконф».

Включено в Единый реестр российского ПО.

TrueConf Server, обеспечивает проведение видеоконференций с поддержкой разрешения 4K UltraHD, возможностью подключения до 2000 участников в одной сессии и неограниченным количеством параллельных конференций. TrueConf Server поддерживает работу без интернета и разворачивается на аппаратном обеспечении в контуре заказчика, гарантируя ему полный контроль над коммуникациями.

Среди инновационных возможностей – искусственный интеллект для автоматической фокусировки на говорящем, подавления шумов, распознавания речи, настройки виртуального фона, протоколирование встреч и их краткие

аннотации. Клиентские приложения доступны для всех популярных операционных систем, включая российские дистрибутивы Linux.

Платформа предлагает широкий набор функций для совместной работы: корпоративный мессенджер с синхронизацией между устройствами, демонстрацию экранов, удалённое управление рабочим столом, запись конференций, а также интеграцию с офисными приложениями и системами предотвращения утечек данных (DLP).

Отличительные особенности TrueConf Server:

- поддержка 4K UltraHD с технологией масштабируемого видеокодирования (SVC), обеспечивающей стабильное качество связи даже при нестабильном интернет-соединении;
- возможность полностью автономной работы на корпоративном сервере без подключения к интернету, что гарантирует максимальную защиту данных;
- совместимость с терминалами SIP / H.323 и сторонними ВКС-системами, а также поддержка WebRTC для участия в конференциях прямо из браузера;
- встроенные ИИ-алгоритмы, улучшающие качество звука и изображения. Например, умное размытие фона повышает конфиденциальность участников видеоконференций;
- гибкие условия лицензирования и масштабируемость под нужды бизнеса – от небольших команд до корпораций с десятками тысяч пользователей;
- кроссплатформенность, включая российские ОС, и возможность адаптации под конкретные задачи через SDK и API.

TrueConf Server соответствует международным стандартам защиты данных, включая H.235-шифрование, и поддерживает TLS-сертификаты, в том числе полученные через портал госуслуг.

МТС Линк

Разработчик – ООО «Вебинар Технологии» (ПАО «МТС»).

Включено в Единый реестр российского ПО.

«МТС Линк» представляет собой российское решение для видео-конференц-связи и совместной работы. Платформа объединяет весь спектр форматов общения – от индивидуальных видеозвонков до масштабных конференций с сотнями участников, предлагая при этом высокое качество звука и изображения. Платформа активно использует искусственный интеллект для автоматизации рабочих процессов. «МТС Линк» предлагает клиентам выбор между облачным сервисом и коробочным решением для развертывания на собственных серверах, что особенно важно для организаций с повышенными требованиями к безопасности.

С 2025 года «МТС Линк» не только предлагает заказчикам цифровые продукты, но и оснащает офисы заказчиков оборудованием и программным обеспечением для ВКС под ключ.

Особенности:

- интеграция с другими элементами экосистемы МТС – «Вебинарами», «Чатами», «Досками», «Курсами», «Формами»;
 - «МТС Линк» может работать как полноценная платформа унифицированных коммуникаций;
 - в окне встречи можно работать с любыми видами документов;
 - открытый API даёт широкие возможности для интеграций;
 - ИИ-помощник, который помогает структурировать информацию, озвученную на встречах;
 - автоматическое создание стенограмм и кратких итогов встреч.
- Интеллектуальная обработка звука и изображения (шумоподавление, виртуальные фоны, маски, цифровые аватары).

Яндекс Телемост

Разработчик – ООО «Яндекс».

Включено в Единый реестр российского ПО.

«Яндекс Телемост» – это сервис для видеоконференций, входящий в виртуальный офис «Яндекс 360». Он позволяет проводить видеовстречи

и вебинары с участием до 1000 человек, сочетая высокое качество связи с простотой использования. Решение подходит как для малого бизнеса, так и для крупных компаний, не требуя установки дополнительного ПО – достаточно браузера или мобильного приложения.

Сервис тесно интегрирован с другими продуктами «Яндекс 360», включая «Календарь», «Почту», «Мессенджер», «Документы» и многие другие, что упрощает организацию встреч. Среди ключевых возможностей – демонстрация экрана в 4К, запись конференций с помощью ИИ, текстовый чат с опросами и гибкие настройки управления участниками. «Яндекс Телемост» поддерживает неограниченную продолжительность сеансов, а для старта встречи достаточно одной ссылки – регистрация не обязательна.

Особенности «Яндекс Телемоста»:

- масштабируемость: видеоконференции до 1000 участников и трансляции для 10 000 зрителей;
- безлимитное время проведения встреч без скрытых платежей;
- полная кроссплатформенность – работа через браузер или приложения на iOS, Android, Windows и macOS;
- глубокая интеграция с сервисами «Яндекс 360» для автоматического планирования и уведомлений. ИИ-ассистент, создающий конспекты встреч и отправляющий их на почту;
- поддержка 4К при демонстрации экрана и стабильное качество видео даже при слабом интернет-соединении.

Класс – Офисные пакеты

МойОфис

Разработчик – ООО «Новые Облачные Технологии».

Включено в Единый реестр российского ПО.

Комплекс программных продуктов, разработанных специально для повышения эффективности взаимодействия внутри команды и безопасной работы с документами. Инструменты «МойОфис» позволяют беспрепятственно создавать, редактировать

документы и обмениваться файлами в различных форматах, обеспечивая совместную работу в режиме реального времени. Особенное внимание уделяется вопросам информационной безопасности.

Платформа «МойОфис» представляет собой комплекс офисных, облачных и мобильных приложений, включая платформу Squadus для корпоративного общения и совместной работы.

Пакеты «МойОфис» могут включать, в зависимости от выбранной конфигурации, различные компоненты:

«МойОфис Стандартный» – только настольные программы, позволяющие работать с почтой, текстовыми файлами, таблицами и презентациями.

«МойОфис Профессиональный» – дополнительно содержит серверные элементы, мобильные приложения, предоставляет доступ к облачному хранилищу, мессенджеру и другое.

Интерфейс «МойОфис» интуитивно понятен и лаконичен, элементы управления знакомы большинству пользователей. Миграция осуществляется просто.

Одним из главных достоинств платформы является ее универсальность: продукты «МойОфис» работают на всех популярных операционных системах, среди которых российские разработки, такие как «Альт», Astra Linux, РЕД ОС и РОСА. Также поддерживаются 64-битные версии Windows и macOS.

Редакторы «МойОфис» позволяют работать с большим количеством современных форматов: DOC, XLS, TXT, OOXML (DOCX, XLSX), ODF (ODT, ODS), RTF и PDF.

Р7-Офис

Разработчик – АО «Р7».

Включено в Единый реестр российского ПО.

«Р7-Офис» отличается высокой степенью интеграции с российскими стандартами и нормативными актами. Решение предлагает широкий спектр возможностей для совместной работы над проектами и документами.

Помимо классического офисного ПО, в состав которых входят приложения для работы с документами, таблицами и презентациями, есть еще почта, календарь, коммуникатор и другие.

Предусмотрены решения для компаний разного размера – от малого бизнеса до крупных корпораций и государственных учреждений.

Интерфейс «Р7-Офис» удобен и интуитивно понятен. Унифицированная панель инструментов, позволяет настроить часто используемые параметры в зависимости от активной вкладки или пространства.

«Р7-Офис» совместим с большим количеством различных ОС, включая Windows 10 и 11, ALT Linux, Astra Linux, РЕД ОС, Debian и Ubuntu и даже MacOS.

Редакторы «Р7-Офис» позволяют работать с большинством современных форматов: DOC и DOCX, ODT и OTT, RTF, TXT, PDF и PDF/A, HTML, EPUB, XPS, DjVu, XML.

Продукты «Р7-Офис» обладают высокой степенью безопасности:

- доступны десктопная версия «Р7-Офис», которую можно установить на собственный компьютер или сервер, а также веб-сервис. Также возможно развертывание в закрытом контуре, без контакта с внешними сетями.

- предусмотрена возможность использования двухфакторной аутентификации;

- создана дополнительная возможность подписания документов, создаваемые в десктопных редакторах, электронной подписью через «КриптоПро»;

- обеспечение безопасной совместной работы пользователей с помощью хранилища документов, размещенного на сервере «Р7-Офис», и гибкой системе управления правами доступа;

- «Р7 Офис» отвечает требованиям законодательства Российской Федерации.

Преимущества решений «Р7-Офис» для бизнеса:

- управление проектами. Полный набор необходимых инструментов для планирования, управления и отслеживания проектов;

- аналитика. Инструменты для анализа данных, создания отчетов и диаграмм;

- безопасность. Высокий уровень безопасности данных и конфиденциальной информации;
- совместимость. Поддерживается большим количеством операционных систем и поддерживает работу с большим количеством востребованных типов файлов.

Яндекс 360

Разработчик – ООО «Яндекс».

Включено в Единый реестр российского ПО.

Онлайн-офис, предоставляющий все необходимое для совместной работы: редактор документов, таблиц и презентаций, корпоративная почта, система управления проектами, мессенджер, сервис для проведения видеоконференций, а также облачное хранилище.

Состав:

- «Яндекс Документы» – создание и редактирование текстов, таблиц и презентаций;
- Корпоративная почта в едином домене с возможностью легкой миграции и переноса писем с других систем;
- «Яндекс Календарь» – планировщик встреч;
- «Яндекс Трекер» – сервис для управления проектами;
- «Яндекс Мессенджер» – мессенджер для корпоративного общения в защищенных чатах и каналах;
- «Яндекс Телемост» – сервис для проведения видеовстреч и видеоконференций;
- «Яндекс Формы» – сервис для проведения опросов и регистрации гостей на мероприятия;
- «Яндекс Рассылки» – конструктор рассылок по базам клиентов и др.

Внешний вид аналогичен популярному офисному ПО, поэтому разобраться в нем не составит труда.

Как облачный сервис, «Яндекс 360» доступен на всех популярных платформах: Windows, macOS и др., а также мобильных устройствах на базе Android и iOS.

Информационная безопасность:

- дата-центры «Яндекс 360» находятся на территории РФ. Передача информации между ними осуществляется через собственные каналы связи сервиса;
- средства защиты от любых угроз безопасности на разных уровнях;
- процесс безопасной разработки SDLC, а также следование принципам Zero Trust;
- проверка сервисов на соответствие основным требованиям и стандартам безопасности осуществляется на регулярной основе;
- резервирование и доступность сервисов – при выходе из строя какого-либо из дата-центров, хранимая информация по-прежнему останется в доступе.

Преимущества:

- функционал охватывает все потребности бизнеса – от работы с документами и таблицами до управления проектами и общения;
- онлайн-офис «Яндекс 360» работает на любых платформах и устройствах.

Класс – Почтовые приложения

Яндекс.Почта для бизнеса

Разработчик – ООО «Яндекс».

Включено в Единый реестр российского ПО.

Яндекс.Почта для бизнеса – это сервис корпоративной почты, позволяющий компаниям создать профессиональный email-адрес на собственном домене. Сервис включает в себя не только почтовый клиент, но и дополнительные инструменты для работы с почтой.

Преимущества сервиса:

- бесплатный базовый тариф включает основные функции для работы с почтой, что делает сервис доступным для малого бизнеса;
- защита от спама и вирусов обеспечивается многоуровневой системой фильтрации, включая антиспам-фильтры и антивирусную проверку;

- интеграция с другими сервисами Яндекса позволяет использовать Календарь, Диск и другие инструменты в едином интерфейсе;
- простой интерфейс делает работу с почтой удобной даже для неопытных пользователей;
- мобильный доступ через приложение позволяет управлять почтой с любого устройства;
- возможность создания неограниченного количества почтовых ящиков на собственном домене;
- техническая поддержка предоставляется круглосуточно.

Недостатки сервиса:

- ограниченные возможности базового тарифа, требующие перехода на платные версии для получения полного функционала;
- отсутствие некоторых функций, доступных в конкурирующих продуктах, например, расширенной аналитики писем;
- ограниченный выбор доменов для корпоративной почты – только домены Яндекса;
- рекламные баннеры в бесплатной версии могут отвлекать пользователей.

Яндекс.Почта для бизнеса – это надёжный и удобный инструмент для организации корпоративной почты. Сервис предлагает хороший баланс между функциональностью и стоимостью, особенно для небольших компаний.

VK WorkMail (ранее «Почта Mail.ru для бизнеса»)

Разработчик – ООО «ВК Цифровые технологии».

Включено в Единый реестр российского ПО.

Mail.ru для бизнеса – корпоративный почтовый сервис, позволяющий компаниям организовать профессиональную почту на собственном домене. Платформа включает в себя не только почтовый клиент, но и дополнительные инструменты для эффективной работы.

Преимущества сервиса:

- бесплатный пробный период позволяет оценить все возможности сервиса перед покупкой;
- мощные инструменты фильтрации спама и вредоносных писем обеспечивают высокий уровень безопасности;
- интеграция с экосистемой Mail.ru даёт доступ к дополнительным сервисам (облачное хранилище, календарь);
- удобный интерфейс адаптирован под нужды бизнес-пользователей;
- мобильное приложение обеспечивает доступ к почте с любых устройств;
- гибкая система настройки прав доступа и управления аккаунтами сотрудников;
- техническая поддержка доступна в режиме 24/7;
- возможность подключения собственного домена без дополнительных затрат.

Недостатки сервиса:

- платные тарифы могут быть обременительны для малого бизнеса;
- ограниченный функционал в бесплатной версии;
- меньшая интеграция с внешними сервисами по сравнению с конкурентами;
- рекламные материалы в бесплатной версии могут отвлекать пользователей;
- ограниченные возможности кастомизации интерфейса.

Mail.ru для бизнеса представляет собой надёжное решение для организации корпоративной почты с хорошим набором функций и инструментов безопасности. Сервис особенно привлекателен для компаний, уже использующих экосистему Mail.ru.

Класс – Браузеры.

Яндекс Браузер

Разработчик – ООО «Яндекс».

Включено в Единый реестр российского ПО.

Яндекс Браузер представляет собой бесплатный веб-браузер, разработанный российской компанией Яндекс на базе открытого движка Chromium. Его широкое распространение на российском рынке в значительной степени обусловлено глубокой интеграцией с экосистемой сервисов Яндекса, что обеспечивает пользователям высокий уровень удобства и синергии.

Браузер характеризуется широкой кроссплатформенностью, поддерживая основные операционные системы: Windows, macOS, iOS и Android. Это обеспечивает универсальность доступа. Ключевой функцией является встроенная система синхронизации пользовательских данных (закладки, история просмотров, данные автозаполнения) между всеми устройствами пользователя. Дополнительно, браузер предлагает инструменты для упрощенной миграции данных (закладки, история) из других браузеров.

Яндекс Браузер предоставляет пользователям обширные возможности настройки интерфейса под индивидуальные предпочтения. К ним относятся:

- кастомизация фона новой вкладки (галерея изображений, загрузка собственных);
- настройка размера и расположения плиток быстрого доступа;
- изменение формы и цвета вкладок;
- управление отображением новостной ленты СМИ;
- функция группировки вкладок.

Использование движка Chromium обеспечивает браузеру высокую базовую производительность. Для работы в условиях ограниченных ресурсов (медленное интернет-соединение или маломощное устройство) предусмотрены дополнительные инструменты оптимизации:

- функция сжатия изображений;
- аппаратное ускорение;
- выгрузка из оперативной памяти неактивных вкладок.

Браузер уделяет внимание вопросам безопасности, включая поддержку отечественных сертификатов. Значимым аспектом является внедрение технологий искусственного интеллекта, в частности, интеграция собственной нейросетевой

модели Яндекса – YaGPT (аналог ChatGPT). Данная технология расширяет функционал браузера за пределы стандартного поиска, предлагая возможности генерации идей, рекомендаций контента и создания текстов на заданные темы.

Раздел ПО Промышленное ПО

Раздел PLM-системы

T-FLEX PLM

Разработчик – АО «Топ Системы».

Включено в Единый реестр российского ПО.

T-FLEX PLM представляет собой комплексный российский программный продукт для управления жизненным циклом изделия, объединяющий в себе инструменты проектирования, анализа и управления производственными процессами.

Конструкторская подготовка осуществляется через T-FLEX CAD – профессиональную систему, сочетающую параметрическое 2D- и 3D-моделирование с возможностями создания конструкторской документации. Программа поддерживает твердотельное, проволочное и поверхностное моделирование любой сложности, создание сборочных чертежей и 3D-сборок без ограничений.

Управление данными реализуется через T-FLEX DOCs – систему, обеспечивающую организацию конструкторско-технологического и организационно-распорядительного документооборота. Платформа позволяет создать единое информационное пространство для всех подразделений предприятия, автоматизировать бизнес-процессы и управлять инженерными данными.

Инженерный анализ проводится с помощью интегрированных модулей:

- T-FLEX Анализ – среда для конечно-элементных расчётов с поддержкой метода конечных элементов;
- T-FLEX Динамика – модуль для динамических расчётов механических систем.

В состав T-FLEX PLM входят специализированные приложения для проектирования электротехнических изделий, печатных плат и зубчатых передач.

Система обладает широким спектром дополнительных функциональных возможностей, среди которых особое место занимает модуль раскрытия листовых материалов. Пользователи могут эффективно работать с 3D-моделями в виртуальном пространстве, пользоваться обширными библиотеками стандартных элементов и материалов. Платформа обеспечивает поддержку разнообразных форматов обмена данными и предлагает возможности интеграции с ведущими CAD-системами.

Эффективное управление проектами в T-FLEX PLM реализуется через комплексную систему инструментов. В рамках проектного менеджмента осуществляется создание иерархических структур работ, проводится календарное планирование и контроль исполнения задач. Система позволяет управлять как трудовыми, так и материальными ресурсами, отслеживать статусы выполнения задач и формировать подробные аналитические отчёты.

Область применения T-FLEX PLM охватывает множество промышленных направлений, включая машиностроение, приборостроение, авиастроение и станкостроение. Платформа демонстрирует высокую совместимость с различными системами управления базами данных, в том числе с отечественными решениями, что делает её важным инструментом в процессе импортозамещения иностранного инженерного программного обеспечения.

Технологические преимущества T-FLEX PLM проявляются в создании единой среды, охватывающей все этапы проектирования и производства. Система обеспечивает ассоциативную связь между 3D-моделями и расчётными данными, предоставляет широкие возможности для параметрического проектирования и поддерживает эффективную коллективную работу. Гибкие инструменты настройки позволяют адаптировать платформу под конкретные требования предприятия.

ЛОЦМАН: PLM

Разработчик – ООО «АСКОН-Системы проектирования».

Включено в Единый реестр российского ПО.

ЛОЦМАН: PLM представляет собой комплексную программную платформу для управления данными об изделии, разработанную с учетом специфики

машиностроительных предприятий. Система включает набор прикладных модулей, решающих типовые задачи в различных областях проектирования и производства.

Базовые функциональные возможности платформы охватывают управление хранением данных и документов, контроль структуры и конфигураций изделия, организацию коммуникаций между специалистами, интеграцию с различными САПР-системами, календарное планирование проектов и формирование отчетности.

Прикладной функционал системы направлен на решение специфических задач технологической подготовки производства, управления изменениями конструкторской и технологической документации, ведения архивного учета технической документации.

Интеграционные возможности ЛОЦМАН: PLM обеспечивают взаимодействие как с продуктами компании АСКОН (КОМПАС-3D, ВЕРТИКАЛЬ), так и со сторонними решениями. В базовой комплектации предусмотрены модули для работы с SolidWorks и AutoCAD, а в рамках внедрения возможна интеграция с Inventor, CATIA, Creo, NX, Solid Edge и др.

Управление процессами в системе реализовано через механизмы электронного документооборота с поддержкой различных видов электронной подписи. Система позволяет эффективно организовывать согласование документов, включая возможность просмотра и аннотирования содержимого без открытия исходных файлов в CAD-системах.

Планирование и контроль осуществляются через создание взаимосвязанных планов работ с возможностью отображения в виде диаграмм Ганта. Система помогает выявлять конфликты планирования и контролировать загрузку ресурсов.

Области применения системы охватывают широкий спектр промышленных направлений: машиностроение, судостроение, авиастроение, станкостроение, турбомашиностроение, приборостроение, вагоностроение и металлургию.

Раздел CAD-системы

T-FLEX CAD

Разработчик – АО «Топ Системы».

Включено в Единый реестр российского ПО.

T-Flex CAD – российская система автоматизированного проектирования, объединяющая в себе параметрические возможности 2D и 3D моделирования со средствами создания и оформления чертежей и конструкторской документации в соответствии с ЕСКД и зарубежными стандартами. Система включена в Единый реестр российских программ.

Технические новшества и хорошая производительность в сочетании с удобным и понятным интерфейсом делают T-FLEX CAD универсальным и эффективным средством 2D и 3D-проектирования изделий. Широкие средства автоматизации проектирования, специальные инструменты для работы с большими сборками, единая документная структура, возможность вести коллективную разработку – вот лишь некоторые из особенностей, позволяющих выделить T-FLEX CAD среди других программ.

T-FLEX CAD построена на геометрическом ядре Parasolid, которое сегодня считается лучшим ядром для 3D-моделирования и используется по всему миру. Использование ядра Parasolid не только наделяет T-FLEX CAD мощными и надежными инструментами 3D-моделирования, но также обеспечивает интеграцию с лучшими зарубежными программами проектирования и расчётов.

Система T-FLEX CAD полностью параметрическая, основанная на принципиально новом подходе к созданию САПР и к интуитивно понятному проектированию параметрических моделей. В T-FLEX CAD элементы модели могут быть связаны параметрами и геометрическими отношениями (параллельность, перпендикулярность, касание и т.д.). Все параметры чертежа могут быть выражены с помощью переменных, рассчитаны по формулам, выбраны из баз данных. Любой чертеж или 3D-модель могут быть включены в пользовательскую библиотеку, а создание библиотек не требует обращения к разработчикам или программистам.

Не требуется и приобретение специальных модулей создания библиотек – всё входит в стандартную поставку системы.

КОМПАС-3D

Разработчик – ООО «АСКОН-Системы проектирования».

Включено в Единый реестр российского ПО.

КОМПАС-3D представляет собой комплексную систему автоматизированного проектирования, которая стала стандартом для инженеров промышленного производства. Программа активно применяется в различных сферах промышленности.

В основе программы лежит собственное математическое ядро C3D и параметрические технологии. КОМПАС-3D позволяет создавать 2D-чертежи и 3D-модели любой сложности, проектировать кабельные системы и трубопроводы с частичной автоматизацией. Встроенный модуль разработки электрических цепей значительно расширяет возможности программы.

Особое внимание разработчики уделили работе с листовым материалом, включая создание изгибов и резьбы. Программа учитывает допуски и свойства материалов, поддерживает коллективную разработку проектов.

Одним из главных достоинств КОМПАС-3D является интуитивно понятный русскоязычный интерфейс, который делает работу с программой комфортной даже для начинающих пользователей. Обширная встроенная библиотека стандартных моделей существенно ускоряет процесс проектирования.

Доступная стоимость программы, особенно для персональных версий, делает её привлекательной для широкого круга пользователей. Полное соответствие требованиям ГОСТ, ISO и DIN обеспечивает высокое качество проектной документации.

Программа поддерживает экспорт в популярные форматы (DXF, DWG, IGES, STEP) и импорт различных форматов файлов. Наличие специализированных версий для разных задач позволяет подобрать оптимальное решение под конкретные потребности.

При всех своих достоинствах КОМПАС-3D имеет определённые ограничения. Иногда возникают сложности при загрузке 3D-моделей из сторонних программ, что может создавать неудобства при работе с проектами, созданными в других САПР.

Система поверхностного моделирования имеет некоторые недоработки, которые могут затруднять работу над определёнными проектами. Ограниченная совместимость с некоторыми международными форматами также относится к числу недостатков программы.

КОМПАС-3D особенно эффективен при работе над проектами, требующими строгого соблюдения российских стандартов. Программа прекрасно подходит для разработки машиностроительных изделий, создания технической документации, проектирования металлоконструкций и разработки инженерных коммуникаций.

Регулярные обновления программы позволяют добавлять новые функции и улучшать существующие, что делает КОМПАС-3D актуальным инструментом для современных инженеров и проектировщиков.

Раздел САЕ-системы

ЛОГОС

Разработчик – ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ».

Включено в Единый реестр российского ПО.

ЛОГОС Прочность – это российский программный комплекс для инженерного анализа (САЕ), предназначенный для моделирования и расчета прочности, динамики и колебаний конструкций.

Продукт разработан для решения критически важных задач в оборонно-промышленном комплексе и высокотехнологичных отраслях промышленности, включая авиа- и судостроение, двигателестроение, атомную энергетику, ракетостроение и транспортное машиностроение. Его внедрение позволяет устранить санкционные риски, связанные с использованием иностранного ПО.

Ключевые функциональные возможности:

- проведение статического и динамического анализа (как явного, так и неявного);
- выполнение модального, гармонического и вибрационного анализа;
- расчет прочности и устойчивости конструкций;
- моделирование изделий из композиционных материалов;
- решение сопряженных и междисциплинарных (связанных) задач.

Решение обладает русскоязычным интерфейсом и апробировано на более чем 60 предприятиях ОПК, в организациях РАН, а также в научных и образовательных учреждениях, что подтверждает его практическую значимость и соответствие требованиям отечественных промышленных стандартов.

ЛОГОС Аэро-Гидро – это отечественное программное обеспечение для вычислительной гидрогазодинамики (CFD), предназначенное для решения сложных инженерных задач, связанных с моделированием многопроцессных физических явлений.

Продукт применяется для проведения высокоточных расчетов в области аэродинамики, теплообмена, течения однофазных и многофазных сред, моделирования реагирующих потоков (горение) и акустики.

Ключевые функциональные модули:

- Препроцессор (подготовка модели):
 - импорт и исправление геометрии из нейтральных форматов, включая анализ и упрощение моделей;
 - развитые возможности построения сеток: автоматические неструктурированные и структурированные блочные сетки, динамические/деформируемые сетки, поддержка сеток с перекрытием;
 - распараллеливание процесса построения сетки для ускорения работы;
 - инструменты кастомизации: пользовательские формулы, таблицы и программирование.
- Постпроцессор (обработка результатов):

- мощная визуализация: алгоритмы для построения сечений, изоповерхностей, векторных полей, линий тока и др.
- глубокая количественная обработка данных: расчет интегральных величин и экстремумов, фильтрация, построение графиков вдоль линий, макроязык для автоматизации.
- специализированные инструменты для обработки аэроакустических сигналов.
- распараллеливание постобработки и функционал для создания анимации и экспорта данных в различные форматы.

Как и весь продуктный портфель ЛОГОС, решение является импортонезависимым и не несет санкционных рисков, что делает его ключевым активом для развития критических отраслей промышленности.

Программный комплекс «ЛОГОС» обладает рядом ключевых конкурентных преимуществ, которые можно разделить на стратегические и технические.

Стратегические преимущества:

- Технологический суверенитет и безопасность:
 - полная импортонезависимость. Решение разработано в России, что полностью исключает санкционные риски, включая риск прекращения технической поддержки, обновлений и блокировки лицензий;
 - соответствие требованиям отечественных стандартов. Программное обеспечение изначально создавалось с учетом нормативно-технической базы и специфики работы российских предприятий ОПК и промышленности.
- Комплексность и универсальность:
 - единая платформа для междисциплинарного проектирования. Широкий спектр моделируемых физических процессов (механика, гидрогазодинамика, прочность, теплопередача) позволяет проводить сопряженные расчеты в рамках единой среды, избегая потерь данных и ошибок на стыке разных программ.
- Верификация и доверие:
 - апробация в реальной промышленности. Внедрение на более чем 60 ведущих предприятиях ОПК, энергетики и машиностроения служит

доказательством надежности и адекватности математических моделей для решения практических инженерных задач.

Технические и операционные преимущества:

- высокая производительность и масштабируемость:
- поддержка высокопроизводительных вычислений (HPC). Эффективная реализация распараллеливания алгоритмов и поддержка кластерных систем позволяют на порядок сократить время проведения ресурсоемких расчетов (например, 3D-моделирование сложных процессов, большие CFD-модели);
- оптимизация вычислительных ресурсов. Высокая эффективность распараллеливания обеспечивает значительное ускорение расчетов даже на многоядерных рабочих станциях, что повышает рентабельность вычислительного парка.
- эргономика и снижение операционных издержек:
- локализованный и интуитивный интерфейс. Полностью русскоязычный интерфейс, включая документацию и техническую поддержку, значительно снижает порог вхождения для новых специалистов, минимизирует ошибки, связанные с языковым барьером, и сокращает затраты на обучение;
- сквозной рабочий цикл. Наличие мощных встроенных инструментов препроцессинга (подготовка геометрии, построение сеток) и постпроцессинга (визуализация и анализ) внутри единой платформы устраняет необходимость использования стороннего ПО и повышает общую эффективность работы инженера.

CADFlo

Разработчик – ООО «КАДФло».

Включено в Единый реестр российского ПО.

CADFlo – это интегрированное программное решение для междисциплинарного инженерного анализа, ориентированное на конструкторов и инженеров-проектировщиков. Ключевая философия продукта – максимальная автоматизация и интеграция в среду CAD, что позволяет проводить комплексные расчеты (аэрогидродинамика, теплопередача, прочность,

электромагнетизм) на ранних стадиях проектирования без привлечения узкоспециализированных экспертов.

Стратегические преимущества:

- глубокая CAD-интеграция как основа методологии: прямая работа с геометрией. В отличие от многих CAE-систем, CADClo работает непосредственно в среде популярных CAD-платформ (SolidWorks, NX, Creo, SolidEdge), полностью исключая трудоемкие и чреватые ошибками процессы конвертации. Это обеспечивает бесшовный переход от проектирования к анализу;

- демократизация CAE-расчетов: инструмент для конструктора, а не для аналитика. Продукт специально разработан для того, чтобы конструктор мог проводить верификацию своих решений «в один клик» без углубленных знаний в вычислительной математике и физике. Это значительно ускоряет итерационный процесс проектирования и снижает нагрузку на дорогостоящих специалистов по анализу;

- автоматизация и фокус на многовариантность: встроенный оптимизатор и параметрический анализ. Решение особенно эффективно для проведения многовариантных расчетов и оптимизационных исследований на ранних стадиях проектирования, позволяя быстро оценивать десятки сценариев и выбирать оптимальную конфигурацию изделия.

Технические и функциональные преимущества:

- высокая эффективность препроцессинга: автоматический генератор расчетных сеток быстро и надежно работает со сложной криволинейной геометрией сборок любой сложности, что является одним из самых значительных препятствий в традиционном CAE-процессе;

- комплексный и инженерно-ориентированный решатель:

- гибкий математический аппарат. Решатель сочетает точность уравнений Навье-Стокса с высокой скоростью инженерных компактных моделей (для пограничного слоя, течений в каналах, теплопроводности, моделей вентиляторов и электронных компонентов), обеспечивая оптимальное соотношение между точностью и временем расчета;

- встроенная база данных. Наличие библиотеки свойств материалов и сред устраняет необходимость ручного ввода данных и снижает риск ошибок.
 - единая среда и простота освоения:
- единая платформа интегрирует препроцессор, решатель, постпроцессор и базу данных, что исключает необходимость использования разрозненных инструментов и упрощает управление проектами;
- полная локализация. Русскоязычный интерфейс и техническая поддержка, включая доступ к команде разработчиков, значительно снижают порог вхождения и операционные риски для отечественных предприятий.

GAMMA

Разработчик – ООО «Гамма Тех».

Включено в Единый реестр российского ПО.

GAMMA – это отечественный комплекс автоматизированного проектирования (САПР/CAE), предназначенный для сквозного моделирования и анализа высокочастотных радиоэлектронных устройств и систем. Продукт обеспечивает полный цикл проектирования – от создания геометрии до электромагнитного анализа и оценки системных характеристик.

Стратегические преимущества:

- универсальная платформа для сквозного проектирования: единая среда для компонентов и систем. GAMMA объединяет в себе возможности 3D-моделирования, электромагнитного анализа, анализа цепей и трассировки лучей, что позволяет проектировать и оптимизировать сложные РЭС (от отдельных элементов СВЧ-цепей до антенных решеток и печатных плат) без переключения между разрозненными программными продуктами;
- гибкость и глубина моделирования: комплекс предлагает выбор между различными численными методами (FEM, FDTD), что позволяет инженеру подобрать оптимальный подход для решения конкретной задачи – от точного моделирования сложных электродинамических структур до анализа распространения волн на больших расстояниях;

– ориентация на современные вычислительные технологии: Поддержка высокопроизводительных вычислений (HPC&GPU). Интеграция с кластерными системами и возможность использования GPU-ускорения обеспечивают высокую производительность и позволяют решать ресурсоемкие задачи за приемлемое время, что критически важно для проектирования сложных устройств.

Функциональные возможности и технические особенности:

– Многорежимная вычислительная среда:

- проведение полноценного 3D-ЭМ моделирования с использованием методов FEM (в частотной области) и FDTD (во временной области). Включает специализированные режимы для анализа антенных решеток и оценки воздействия электромагнитного поля на организм человека (SAR и безопасность);

- анализ радиочастотных цепей для работы в частотной области, поддерживающий оптимизацию параметров и работу с импортированными S-матрицами;

- режим трассировки лучей для анализа распространения радиоволн на больших расстояниях, оценки производительности антенн в реальных условиях и коммуникационного анализа.

– Современный эргономичный интерфейс:

- продукт обладает современным, настраиваемым интерфейсом с панелями быстрого доступа, иерархическим деревом проекта и адаптивным редактором свойств;

- мощный 3D-редактор предоставляет расширенные возможности для работы с проекциями, настройкой прозрачности, толщины линий и другими параметрами отображения модели;

- настраиваемые горячие клавиши и логичная организация рабочих пространств ускоряют работу опытного пользователя.

Применение

Программный комплекс особенно эффективен для проектирования:

– антенно-фидерных устройств и фазированных антенных решеток;

- ВЧ и СВЧ печатных плат и элементов СВЧ-цепей (фильтры, делители, резонаторы, линии передачи);
- оценки электромагнитной совместимости и безопасности.

T-FLEX Анализ

Разработчик – АО «Топ Системы».

Включено в Единый реестр российского ПО.

T-FLEX Анализ представляет собой интегрированный модуль конечно-элементного анализа (CAE) в составе российской CAD-системы T-FLEX, предназначенный для проведения верификационных расчетов непосредственно в среде проектирования. Решение ориентировано на инженеров-конструкторов и позволяет выполнять многопроцессное моделирование без переключения между различными программными средами.

Стратегические преимущества:

- глубокая CAD/CAE-интеграция: единая среда проектирования и анализа. Как часть платформы T-FLEX CAD, модуль обеспечивает бесшовный переход от геометрического моделирования к конечно-элементному анализу, исключая ошибки конвертации данных и потерю ассоциативности модели;
- ориентация на практические задачи конструктора: продукт ориентирован на решение распространенных инженерных задач (прочность, устойчивость, тепловые процессы) с помощью интуитивных инструментов, что позволяет конструктору самостоятельно проводить верификацию своих решений на ранних стадиях проектирования.
- автоматизация рутинных операций: интеллектуальное построение сетки и перенос нагрузок. Препроцессор автоматически строит тетраэдральные сетки (включая элементы второго порядка) на основе твердотельной модели и обеспечивает простой механизм переноса граничных условий с CAD-геометрии на КЭ-модель.

Функциональные возможности и технические особенности:

- Статический анализ:

- анализ напряженно-деформированного состояния: оценка напряженно-деформированного состояния под воздействием механических и тепловых нагрузок. Определение запаса прочности и выявление критических зон;
- анализ устойчивости: расчет критических нагрузок и форм потери устойчивости для оптимизации конструкции и введения ребер жесткости;
- анализ усталостной прочности: прогнозирование усталостного ресурса конструкции при циклическом нагружении.
 - Динамический анализ:
 - модальный анализ: расчет собственных частот и форм колебаний для исключения резонансных режимов работы;
 - гармонический анализ: анализ вынужденных колебаний под гармоническим воздействием с учетом демпфирования. Оценка виброустойчивости в частотной области;
 - анализ переходных процессов: моделирование нестационарных динамических процессов (удар, сейсмика, падение) методами суперпозиции мод или прямого интегрирования.
 - Тепловой анализ:
 - стационарный тепловой анализ: расчет установившихся температурных полей и тепловых потоков под воздействием стабильных тепловых нагрузок;
 - нестационарный тепловой анализ: моделирование процессов теплообмена во времени, включая прогрев и остывание изделия.
 - Технологические особенности:
 - автоматизированный препроцессинг: построение адаптивных тетраэдральных сеток (4- и 10-узловые элементы) на сложной геометрии;
 - интерактивное задание нагрузок: прямое наложение граничных условий на элементы CAD-модели с автоматическим переносом на КЭ-сетку;
 - интегрированный постпроцессор: визуализация результатов в среде T-FLEX CAD.

АРМ FEM

Разработчик – ООО НТЦ «АПМ».

Включено в Единый реестр российского ПО.

АРМ FEM – это интегрированное решение для прочностного анализа, разработанное как модуль для российской CAD-системы КОМПАС-3D. Продукт зарегистрирован в Реестре российского ПО и ориентирован на инженеров-конструкторов, позволяя проводить верификационные расчеты непосредственно в среде проектирования.

Стратегические преимущества:

- полная интеграция с экосистемой КОМПАС-3D: ассоциативная связь CAD/CAE. Любые изменения в геометрической модели автоматически переносятся в расчетную модель, что обеспечивает сквозной процесс проектирования и анализа без потерь данных и необходимости ручного обновления;

- соответствие требованиям российского законодательства: включение в Реестр отечественного ПО. Данный статус подтверждает соответствие продукта требованиям регуляторов, что делает его приоритетным выбором для государственных заказчиков и предприятий, работающих в рамках импортозамещения;

- доступность анализа для конструкторов: инструмент для быстрой верификации. продукт предназначен для использования конструкторами без глубокой экспертизы в конечно-элементном анализе, что позволяет проводить оценку прочности и оптимизацию на ранних стадиях проектирования.

Функциональные возможности и технические особенности:

- Основные типы анализа:

- статический анализ: оценка напряженно-деформированного состояния под воздействием механических и тепловых нагрузок;

- анализ устойчивости: расчет критических нагрузок и форм потери устойчивости;

- модальный анализ: определение собственных частот и форм колебаний конструкции;

- топологическая оптимизация: автоматическое определение оптимального распределения материала для заданных условий нагружения;
- тепловой анализ: проведение стационарных и нестационарных расчетов теплопроводности.
 - Технологические особенности:
- система автоматически генерирует конечно-элементную сетку на основе геометрии КОМПАС-3D;
- продукт эффективен для анализа деталей с относительно небольшой толщиной стенок: кронштейнов, рычагов, корпусных элементов, проушин и т.п.;
- возможность учета физической и геометрической нелинейности.

Раздел CAM-системы

T-FLEX CAM

Разработчик – АО «Топ Системы».

Включено в Единый реестр российского ПО.

T-FLEX CAM – система для подготовки УП для станков с ЧПУ в составе программного комплекса T-FLEX PLM. Это встраиваемый модуль для САПР T-FLEX CAD, что обеспечивает прямое взаимодействие модулей CAD/CAM и сквозную параметризацию.

Назначение: автоматизация проектирования УП для различных видов обработки: токарной, фрезерной, сверлильной, лазерной, электроэрозионной. Создание УП с использованием эскизов, чертежей, поверхностей, твёрдых тел и их комбинаций. Пользователь указывает элементы модели, которые необходимо обработать. Автоматическое изменение траектории обработки при изменении исходной модели детали. Это обеспечивает непротиворечивость информации, заложенной в модели детали и в управляющие программы для её изготовления.

Поддержка различных стратегий обработки. Например:

- обработка по слоям – поддерживает различные стратегии: выборка материалов, обработка пола, стенок и комплексная обработка (черновая

и получистовая). Доступны различные формы проходов: параллельные, по эквидистанте и спирали, адаптивная и циклоидальная (трохоидная);

- обработка контура – работает с проволочной геометрией (кривыми или 3D-профилями), включает режимы черновой и чистовой обработки;

- токарная обработка – автоматически определяет целевую геометрию обработки и её положение за счёт автоматического получения обрабатываемого контура и параметров конфигурации инструмента в зависимости от направления вращения шпинделя.

Поддержка инструментов – от стандартных до сложных пользовательских инструментов для всех типов обработки. Есть параметрический графический редактор инструментов для интерактивного определения конструкции на основе геометрических и параметров обработки.

Библиотека готовых постпроцессоров для всех типов машин. Можно настроить постпроцессоры для станков и стоек путём программирования или с помощью упрощённого диалогового редактора.

ADEM CAM

Разработчик – ООО «Крона».

Включено в Единый реестр российского ПО.

Модуль ADEM CAD предназначен для черчения, плоского моделирования, а также для создания объемных гибридных моделей и оформления конструкторской документации.

Модуль CAM предназначен для создания управляющих программ для любых типов станков и систем ЧПУ, включая многоканальное оборудование. Обеспечивает одновременное управление (максимум) 5-ю независимыми осями. Управляющая программа создается в контексте общего технологического процесса изготовления детали.

Отличительная особенность модуля по проектированию маршрутов обработки на оборудовании с ЧПУ – программные операции, выполняемые на таких станках, являются составной частью общего технологического процесса изготовления детали.

Помимо программных операций, технический процесс может содержать в себе контрольные операции, операции общего назначения и прочие. При этом вся информация (чертеж, 3D-модель, тех. процесс, в т.ч. маршрут обработки и текст УП) хранится в одном файле с расширением ADM.

Программное обеспечение ADEM совместимо с широким спектром оборудования и систем ЧПУ. Система поддерживает работу с различными типами станков: сверлильными, токарными, фрезерными, электроэрозионными, установками контурной резки, координатно-пробивными прессами, многошпиндельными станками и токарными автоматами.

Работа с геометрией в системе осуществляется на высоком уровне. Доступны функции плоского и объемного моделирования любой сложности, прямые интерфейсы с ведущими CAD-системами (SolidWorks, Catia, ProE, Inventor, AutoCAD, NX, Компас-3D). Поддерживается широкий спектр форматов файлов, включая ADM, CATPART, SAT, IGES, STEP, DWG, DXF, PCX, TIFF, JPEG, BRD (IDF), STL. Система обеспечивает контроль качества геометрии и автоматическое исправление дефектов, позволяет редактировать импортированные 3D-модели и работать со сканированными изображениями, а также принимать данные с контрольно-измерительных машин.

Система ADEM успешно применяется для решения разнообразных технологических задач: токарной, фрезерной, лазерной, токарно-фрезерной и электроэрозионной обработки, а также для операций резки и раскроя.

Преимущества системы в области металлообработки включают значительное сокращение времени обработки (на 25–50%), повышение качества обработанных поверхностей, увеличение срока службы инструмента и оборудования. Система обеспечивает оптимизацию процессов с учетом динамических характеристик станка, предлагает эффективные схемы черновой обработки и реализует ряд инновационных решений:

- алгоритмы оптимизации процессов фрезерования для стабилизации толщины стружки;

- раскрытие скрытых возможностей режущего инструмента для повышения производительности;
- учет динамики станка для повышения точности;
- стабилизация нагрузки на приводы для увеличения их ресурса;
- динамическая коррекция режимов резания;
- параметризация управляющих программ для упрощения редактирования;
- использование подпрограмм для сокращения длины УП.

CAPP-системы

T-FLEX Технология

Разработчик – АО «Топ Системы».

Включено в Единый реестр российского ПО.

T-FLEX Технология представляет собой комплексное решение для технологической подготовки производства, входящее в состав обширного семейства продуктов T-FLEX PLM. Система ориентирована на автоматизацию процессов разработки и управления технологической документацией, а также на организацию эффективного технологического проектирования.

Основное назначение продукта заключается в создании и сопровождении технологических процессов, включая разработку маршрутной и операционной технологии, проектирование оснастки и инструмента, а также формирование комплекта технологической документации в соответствии с действующими стандартами.

Технологические возможности системы охватывают широкий спектр задач: от проектирования технологических процессов механической обработки до разработки специальных технологических процессов. Система позволяет создавать подробные технологические маршруты, формировать операционные карты, рассчитывать режимы резания и нормы времени, а также вести учет применяемого оборудования и оснастки.

Интеграционные решения обеспечивают тесное взаимодействие с другими компонентами платформы T-FLEX PLM. Особенно важным является взаимодействие

с системой проектирования T-FLEX CAD, что позволяет автоматически получать данные о конструкции изделия и использовать их при разработке технологических процессов.

Управление данными в системе реализуется через централизованное хранение технологической информации, включая чертежи, спецификации, технологические инструкции и другую документацию. Система обеспечивает контроль версий, управление изменениями и возможность коллективной работы над проектами.

Автоматизация процессов достигается за счет использования параметрических шаблонов документов, библиотек типовых технологических решений и средств автоматического расчета параметров обработки. Это существенно сокращает время разработки технологической документации и минимизирует вероятность ошибок.

Отраслевая применимость T-FLEX Технологии охватывает различные сферы машиностроения, включая тяжелое и общее машиностроение, приборостроение, авиационную и автомобильную промышленность. Система успешно применяется как на крупных производственных предприятиях, так и в организациях среднего бизнеса.

Современные требования к технологической подготовке производства полностью удовлетворяются возможностями системы, включая поддержку различных форматов обмена данными, интеграцию с ERP-системами и возможность работы в составе комплексных информационных решений предприятия.

ВЕРТИКАЛЬ

Разработчик – ООО «АСКОН-Бизнес-Решения».

Включено в Единый реестр российского ПО.

ВЕРТИКАЛЬ представляет собой современную систему автоматизированного проектирования технологических процессов.

Основное назначение системы заключается в автоматизации процессов проектирования технологических процессов, формировании технологической документации и управлении производственными данными. Система позволяет существенно ускорить разработку технологических процессов, повышая при этом качество и эффективность производственных операций.

Технологическое проектирование в ВЕРТИКАЛЬ осуществляется на основе иерархической структуры, включающей операции, переходы, оборудование, профессии и оснастку. Система поддерживает параллельную работу группы технологов над сложными проектами в режиме реального времени, что значительно повышает производительность труда.

Интеграционные возможности системы обеспечивают тесное взаимодействие с другими продуктами АСКОН. Особое внимание уделяется двусторонней связи с системой КОМПАС-3D, что позволяет автоматически синхронизировать параметры графических документов с технологическими данными. Система также интегрируется с ПОЛИНОМ: MDM для управления нормативно-справочной информацией.

Расчетные функции ВЕРТИКАЛЬ включают автоматизированное нормирование трудозатрат, расчет режимов резания, определение норм расхода материалов и параметров сварочных работ. Система поддерживает различные методики расчета, основанные на обширной базе трудовых нормативов.

Формирование документации осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ и стандартами предприятия. Система автоматически создает полный комплект технологической документации, включая маршрутные и операционные карты, ведомости и другие необходимые документы.

Управление данными реализуется через централизованное хранение технологической информации с возможностью создания логических зависимостей между параметрами. Это позволяет поддерживать актуальность данных и минимизировать вероятность ошибок при внесении изменений.

Отраслевая универсальность системы делает её применимой для различных видов производства: механообработки, штамповки, сварки, резки, гальванических покрытий, термообработки и сборки. Система поддерживает разработку как единичных, так и типовых технологических процессов.

Современные технологии в ВЕРТИКАЛЬ включают поддержку работы с 3D-моделями, автоматизированный подбор технологического оснащения, формирование заявок на проектирование СТО и управляющих программ

для оборудования с ЧПУ. Система способствует созданию единой цифровой среды для управления жизненным циклом изделия.

Средства управления процессами организации, используемые компанией

MES-системы

1С:Управление производственным предприятием

Разработчик – ООО «1С-Софт».

Включено в Единый реестр российского ПО.

1С:Управление производственным предприятием представляет собой комплексное решение для автоматизации бизнес-процессов производственных компаний, ориентированное на средние и крупные предприятия с развитой структурой и значительным количеством сотрудников.

Основное назначение системы заключается в оптимизации работы всех подразделений производственной компании в соответствии с российскими и международными стандартами. Наибольшую эффективность внедрение системы демонстрирует в холдингах и сетевых структурах.

Производственное управление является ключевым направлением системы. В программе реализовано детальное посменное планирование производства с возможностью указания различных временных периодов. Система позволяет вести комплексное планирование производственных ресурсов, рассчитывать необходимые запасы и формировать бюджет по статьям расходов.

Закупочная деятельность автоматизируется через специализированную подсистему, обеспечивающую сквозное планирование заказов, контроль запасов и автоматическое формирование календарных планов закупок. Встроенный помощник планирования упрощает создание планов по различным периодам.

Управление продажами осуществляется через обработку и выполнение заказов покупателей. Система позволяет формировать планы продаж на основе исторических данных, осуществлять резервирование товара и отслеживать выполнение заказов по срокам и этапам.

Финансовый менеджмент в системе реализуется через подсистему управления денежными потоками, включающую инструменты планирования поступлений, контроля расходов и ведения как наличных, так и безналичных расчетов. Особое внимание уделяется платежному календарю для эффективного планирования финансовых операций.

Кадровое администрирование охватывает полный спектр задач по управлению персоналом: от ведения кадрового учета и графиков работы до расчета заработной платы и анализа эффективности работы сотрудников.

Бухгалтерский учет ведется в соответствии с российскими стандартами, при этом система также поддерживает учет по МСФО через специализированную подсистему. Реализован полный комплекс отчетности и инструментов для анализа финансового состояния предприятия.

Бюджетирование осуществляется через комплексную подсистему, позволяющую планировать движение средств в различных разрезах, контролировать фактическую деятельность и анализировать отклонения от плановых показателей.

Интеграционные возможности системы обеспечивают взаимодействие между различными подразделениями предприятия, позволяя создавать единую информационную среду для управления всеми аспектами производственной деятельности.

Внедрение системы позволяет достичь существенных результатов: повысить скорость выполнения заказов, снизить простои оборудования и специалистов, оптимизировать производственные затраты и улучшить качество выпускаемой продукции.

ERP-системы

1С:ERP Управление предприятием

Разработчик – ООО «1С-Софт».

Включено в Единый реестр российского ПО.

1С:ERP Управление предприятием представляет собой флагманское решение для комплексной автоматизации бизнес-процессов на платформе

«1С:Предприятие 8», предназначенное для средних и крупных предприятий с развитой производственной структурой.

Основное назначение системы заключается в создании единого информационного пространства для управления всеми аспектами деятельности предприятия. Система позволяет осуществлять сквозное управление процессами от заказа клиента до финансового закрытия.

Производственное управление реализовано через комплексную подсистему, включающую планирование по мощностям (MPS, MRP), диспетчеризацию заказов, учёт себестоимости и управление технологическими маршрутами. Система поддерживает работу со спецификациями, альтернативными технологическими процессами и расчёт фактической себестоимости.

Управление закупками осуществляется через автоматизированный процесс от формирования потребности до заключения договоров с поставщиками. Система контролирует бюджеты, сроки поставок и поддерживает электронный документооборот.

Складское хозяйство автоматизировано через подсистему управления запасами, включающую адресное хранение, ABC/XYZ-классификацию и автоматизацию складских операций. Система помогает оптимизировать запасы и контролировать оборачиваемость.

Финансовый контур охватывает полный спектр задач: от бухгалтерского и налогового учёта до международного финансового учёта МСФО. Система включает инструменты бюджетирования, казначейства и управленческого учёта.

Аналитические возможности представлены развитой системой мониторинга показателей и формирования отчётности. Руководство получает доступ к дашбордам с ключевыми показателями эффективности в режиме реального времени.

Управление персоналом интегрировано в общую систему и включает учёт кадров, расчёт заработной платы, управление обучением и аттестациями, а также специализированные подсистемы по охране труда и воинскому учёту.

Интеграционные возможности позволяют подключать внешние сервисы, включая документооборот, маркетплейсы и другие информационные системы. Система поддерживает клиент-серверный режим работы и гибкую настройку прав доступа.

Внедрение 1С: ERP способствует повышению эффективности управления предприятием за счёт централизации данных, автоматизации бизнес-процессов и обеспечения прозрачности всех операций в режиме реального времени.

Парус

Разработчик – ООО «Парус».

Включено в Единый реестр российского ПО.

Парус ERP представляет собой комплексное решение для автоматизации управления предприятием, разработанное с учётом специфики российского бизнеса и требований законодательства. Система ориентирована на средние и крупные компании различных отраслей промышленности.

Основное назначение системы заключается в создании единой информационной среды для управления всеми аспектами деятельности предприятия. Парус ERP позволяет оптимизировать бизнес-процессы, повысить эффективность управления и обеспечить прозрачность всех операций.

Финансовый менеджмент в системе реализован через комплексную подсистему, включающую бухгалтерский и налоговый учёт, бюджетирование, казначейство и управленческий учёт. Система поддерживает многовалютный учёт и различные системы налогообложения.

Управление производством осуществляется через подсистему планирования и контроля производственных процессов. Система позволяет вести учёт загрузки оборудования, планирование производственных мощностей и контроль выполнения производственных заданий.

Логистические процессы автоматизируются через управление закупками, складским хозяйством и транспортировкой. Система обеспечивает контроль движения материальных ценностей, управление запасами и оптимизацию логистических цепочек.

Управление персоналом реализовано через подсистему, включающую кадровый учёт, расчёт заработной платы, планирование персонала и оценку эффективности работы сотрудников. Система поддерживает различные системы мотивации и премирования.

Коммерческая деятельность автоматизируется через подсистему управления продажами, маркетингом и взаимоотношениями с клиентами. Система позволяет вести учёт заказов, контролировать выполнение договорных обязательств и анализировать эффективность продаж.

Аналитические инструменты представлены развитой системой отчётности и анализа показателей деятельности предприятия. Система формирует различные виды отчётов, включая финансовую отчётность, производственную статистику и показатели эффективности.

Интеграционные возможности позволяют подключать внешние информационные системы, включая торговые площадки, системы электронного документооборота и другие корпоративные приложения. Система поддерживает различные форматы обмена данными.

Безопасность и контроль реализованы через многоуровневую систему защиты данных, разграничение прав доступа и аудит действий пользователей. Система обеспечивает сохранность информации и защиту от несанкционированного доступа.

Внедрение Парус ERP позволяет предприятиям оптимизировать бизнес-процессы, повысить эффективность управления и обеспечить соответствие требованиям законодательства. Система способствует улучшению качества принимаемых управленческих решений и повышению конкурентоспособности предприятия.

CRM-системы

Битрикс 24

Разработчик – ООО «1С-Битрикс».

Включено в Единый реестр российского ПО.

Битрикс24 – решение для автоматизации бизнес-процессов, управления проектами и взаимодействия с клиентами. Система объединяет в себе функционал CRM, проектного менеджмента, корпоративного портала и инструментов для совместной работы.

Основное назначение платформы заключается в создании единой среды для управления всеми аспектами деятельности компании. Битрикс24 помогает оптимизировать рабочие процессы, повысить эффективность взаимодействия между сотрудниками и улучшить качество обслуживания клиентов.

Управление продажами реализовано через CRM-систему с инструментами для работы с клиентской базой, ведения сделок и анализа воронки продаж. Система позволяет отслеживать динамику продаж, анализировать эффективность работы менеджеров и оценивать результативность маркетинговых кампаний.

Работа с клиентами автоматизируется через централизованное хранение информации о контактах, компаниях и взаимодействиях. Платформа поддерживает ведение истории общения, управление обращениями и формирование персонализированных предложений для различных сегментов клиентов.

Проектный менеджмент осуществляется через инструменты планирования и контроля выполнения задач. Система позволяет создавать проекты любой сложности, распределять ресурсы, отслеживать сроки и контролировать качество выполнения работ.

Командная работа обеспечивается через встроенные средства коммуникации: корпоративный мессенджер, видеоконференции, календарь событий и совместное редактирование документов. Платформа поддерживает мобильную версию для работы вне офиса.

Аналитические инструменты представлены развитой системой отчетности и аналитики. Система формирует различные виды отчетов по продажам, эффективности сотрудников, выполнению проектов и работе с клиентами. Особое внимание уделяется BI-аналитике с возможностью создания интерактивных дашбордов.

Автоматизация процессов включает инструменты для создания бизнес-процессов, настройки триггеров и автоматизации рутинных операций. Система поддерживает интеграцию с различными внешними сервисами и позволяет настраивать рабочие процессы под специфику бизнеса.

Безопасность и контроль реализованы через многоуровневую систему защиты данных, разграничение прав доступа и аудит действий пользователей. Платформа обеспечивает сохранность информации и защиту от несанкционированного доступа.

Внедрение Битрикс24 позволяет компаниям оптимизировать бизнес-процессы, повысить эффективность командной работы и улучшить качество обслуживания клиентов. Система способствует росту продаж, сокращению времени на рутинные операции и принятию более обоснованных управленческих решений.

1С: CRM

Разработчик – ООО «1С-Софт».

Включено в Единый реестр российского ПО.

1С:CRM представляет собой решение для автоматизации управления взаимоотношениями с клиентами, разработанное на платформе «1С:Предприятие 8». Система предназначена для компаний любого размера, стремящихся оптимизировать работу с клиентами и повысить эффективность продаж.

Основное назначение системы заключается в создании единой информационной среды для управления взаимодействием с клиентами, автоматизации продаж и маркетинговых мероприятий, а также контроля работы отдела продаж.

Управление продажами реализовано через подсистему, включающую ведение клиентской базы, управление сделками, планирование продаж и контроль выполнения планов. Система позволяет отслеживать весь цикл продаж от первого контакта до закрытия сделки.

Работа с клиентами автоматизируется через централизованное хранение информации о клиентах, их предпочтениях, истории взаимодействий и совершенных покупках. Система поддерживает сегментацию клиентской базы и формирование целевых групп для маркетинговых кампаний.

Маркетинговые инструменты представлены подсистемой управления маркетинговыми мероприятиями, включая планирование акций, анализ эффективности рекламных кампаний и работу с программами лояльности. Система позволяет автоматизировать рассылку предложений и контролировать результаты маркетинговых активностей.

Сервисная поддержка реализована через модуль управления обращениями клиентов, включающий регистрацию заявок, назначение исполнителей и контроль сроков выполнения работ. Система поддерживает формирование отчётности по качеству обслуживания.

Аналитические возможности представлены развитой системой показателей и отчётов, позволяющих оценивать эффективность работы с клиентами, анализировать продажи и планировать дальнейшие действия. Система формирует различные виды аналитических отчётов в режиме реального времени.

Командная работа обеспечивается через инструменты совместной работы сотрудников, включая календарь событий, планировщик задач и систему уведомлений. Система поддерживает мобильную.

Интеграционные возможности позволяют подключать внешние сервисы, включая системы электронной почты, мессенджеры и другие корпоративные приложения. Система поддерживает обмен данными с другими продуктами «1С».

Внедрение 1С:CRM способствует повышению эффективности работы с клиентами, оптимизации процессов продаж и улучшению качества обслуживания. Система помогает компаниям увеличить объёмы продаж, сократить время обработки заявок и повысить удовлетворённость клиентов.

Отраслевое ПО

ПО для управления полетами

Российский рынок ПО для управления БВС демонстрирует значительную фрагментацию экосистемы, что обусловлено существованием двух доминирующих методологических подходов к разработке.

Первый подход характеризуется созданием закрытых проприетарных систем, который преимущественно реализуется крупными разработчиками и участниками государственного заказа.

Второй подход базируется на адаптации решений с открытым исходным кодом, получившей широкое распространение среди стартапов и компаний-интеграторов. Данная модель предполагает использование проверенных базовых функциональных возможностей open-source платформ, преимущественно PX4 и ArduPilot. При этом создание дополнительной ценности осуществляется посредством разработки специализированных пользовательских интерфейсов, внедрения уникальных алгоритмов для конкретных применений и производства оптимизированного под данный программный стек аппаратного обеспечения, включая автопилоты.

Симуляторы БАС

RuSky

Разработчик – ООО «Икс Ред Групп».

Включено в Единый реестр российского ПО.

RuSky – это ПО, созданное для комплексной подготовки операторов беспилотных систем. Симулятор разработан как универсальное решение, позволяющее обучать специалистов управлению воздушными, наземными и подводными беспилотными аппаратами в виртуальной среде.

Программа предоставляет обширный набор инструментов для обучения и практики. Основной функционал включает возможность симуляции поведения различных типов беспилотников в условиях, максимально приближенных к реальным. Пользователи могут настраивать характеристики аппаратов, работать с детально проработанными картами и изменять погодные условия.

Система настройки параметров позволяет пользователям детально настраивать ключевые характеристики беспилотников. При изменении компонентов автоматически корректируются такие показатели, как скорость передвижения, отзывчивость управления, грузоподъемность и время работы аппарата.

Программа включает специализированные учебные миссии для каждого типа беспилотников. В сценарии для воздушных аппаратов акцент делается на отработке базовых навыков пилотирования.

Качество визуализации симулятора достигается благодаря высокой детализации карт, реалистичной системе освещения и точному воспроизведению погодных условий. Смена времени суток реализована с учетом влияния на видимость и поведение беспилотников.

Автономность работы является одним из ключевых достоинств симулятора. Программа не требует постоянного подключения к интернету, может устанавливаться с физических носителей и функционирует без необходимости получения прав администратора. Обновления также могут быть установлены локально.

Симулятор совместим с современным оборудованием виртуальной реальности (VR-шлемы). Поддержка различных типов контроллеров управления и периферийных устройств обеспечивает максимальный комфорт при использовании.

Программа ориентирована на широкий круг пользователей. Начинающие операторы БПЛА могут освоить базовые навыки, а опытные специалисты – повысить квалификацию.

RuSky представляет собой эффективное решение для подготовки операторов БАС в области беспилотных технологий, сочетающее реалистичную физику, качественную графику и широкие возможности настройки. Поддержка современного оборудования и автономность работы обеспечивают удобство использования в различных условиях.

UAVPROF Drone Simulator

Разработчик – ООО «Стратус».

Включено в Единый реестр российского ПО.

UAVPROF Drone Simulator – симулятор для обучения операторов БАС в безопасной и контролируемой виртуальной среде. Программа позволяет эффективно отрабатывать навыки управления БВС в различных условиях эксплуатации.

Программа предоставляет пользователям широкий спектр возможностей для обучения. Основной функционал включает возможность моделирования различных сценариев применения беспилотных систем, от простых полётов над городской застройкой до сложных миссий в неблагоприятных погодных условиях. Симулятор позволяет отрабатывать как базовые навыки пилотирования, так и специализированные задачи.

Система моделирования отличается высокой степенью реализма благодаря использованию современного 3D-движка UNIGINE. Программа точно воспроизводит физические процессы и поведение БПЛА в воздухе, учитывая множество параметров, включая аэродинамические характеристики, массу полезной нагрузки и влияние внешних факторов.

В симуляторе реализованы различные учебные миссии, построенные по принципу постепенного усложнения. Тренировочные программы начинаются с базовой подготовки операторов и постепенно переходят к отраслевым задачам, что позволяет специалистам плавно наращивать свой профессиональный уровень.

Качество визуализации симулятора обеспечивает реалистичное воспроизведение окружающей среды. Программа поддерживает детальное отображение местности, смену времени суток и различных погодных условий, что способствует более эффективному обучению и подготовке операторов к реальным условиям эксплуатации.

Программный комплекс отличается стабильностью работы и оптимизированным потреблением ресурсов компьютера. Симулятор поддерживает различные режимы отображения и может работать как в оконном, так и в полноэкранном режиме, что делает его удобным для использования на различных конфигурациях оборудования.

Программа совместима с широким спектром устройств управления, включая стандартные пульты управления БПЛА и игровые контроллеры. Это позволяет пользователям выбирать наиболее удобный способ взаимодействия с симулятором.

UAVPROF Drone Simulator представляет собой профессиональный инструмент для подготовки операторов БПЛА, сочетающий в себе реалистичную физику полёта,

качественную графику и широкие возможности настройки. Программа является эффективным решением для обучения специалистов в области беспилотной авиации и может использоваться как для базовой подготовки, так и для отработки специализированных задач.

Geoscan Trainer

Разработчик – ООО «Геоскан».

Включено в Единый реестр российского ПО.

Geoscan Trainer – это профессиональный обучающий симулятор для подготовки операторов БАС. Программа предназначена для формирования и совершенствования навыков управления беспилотными системами в разнообразных условиях эксплуатации.

Симулятор предоставляет пользователям комплексную среду для развития навыков пилотирования. Основной функционал позволяет моделировать различные сценарии полёта – от базовых учебных заданий до сложных профессиональных миссий. В процессе обучения операторы могут освоить базовые навыки управления, отработать технику выполнения полётов и изучить особенности поведения дрона в различных условиях.

Система моделирования отличается высокой точностью воспроизведения физических процессов и поведения БВС в воздухе. Программа учитывает множество параметров, включая аэродинамические характеристики, массу полезной нагрузки и влияние внешних факторов на полёт беспилотного аппарата.

В симуляторе реализованы разнообразные учебные миссии, построенные по принципу постепенного усложнения. Тренировочные программы начинаются с базовых упражнений и постепенно переходят к более сложным заданиям, что позволяет обучающимся последовательно развивать свои профессиональные навыки.

Качество визуализации симулятора обеспечивает реалистичное воспроизведение окружающей среды. Программа поддерживает детальное отображение местности, смену времени суток и различных погодных условий, что значительно повышает эффективность процесса обучения.

Программа совместима с различными устройствами управления, включая стандартные пульта управления БАС и игровые контроллеры. Это обеспечивает гибкость в выборе способа взаимодействия с симулятором и позволяет пользователям подобрать наиболее удобный вариант управления.

Симулятор ориентирован на различные категории пользователей. Начинающие операторы БАС могут освоить базовые навыки пилотирования, а опытные специалисты – повысить свою квалификацию и отработать специфические задачи. Программа активно используется учебными заведениями для подготовки операторов беспилотных систем.

Geoscan Trainer представляет собой эффективное решение для подготовки операторов беспилотных летательных аппаратов. Программа сочетает в себе реалистичную физику полёта, качественную графику и широкие возможности настройки, что делает её незаменимым инструментом в обучении специалистов в области беспилотной авиации.

Квадросим

Разработчик – ООО «Нинсар».

Включено в Единый реестр российского ПО.

Квадросим – современный симулятор для обучения операторов БАС, разработанный с целью подготовки специалистов к реальным условиям пилотирования. Данная программа позволяет отрабатывать навыки управления квадрокоптерами в безопасной виртуальной среде.

Симулятор предоставляет пользователям обширный набор инструментов для обучения и практики. Его основной функционал включает возможность моделирования различных сценариев полёта, от простых учебных заданий до сложных профессиональных миссий. Программа позволяет отрабатывать базовые манёвры, изучать особенности поведения дрона в разных условиях и готовиться к реальным полётам.

Система моделирования отличается реалистичным воспроизведением физических процессов и поведения квадрокоптера в воздухе. Программное

обеспечение учитывает множество параметров, включая аэродинамические характеристики, массу полезной нагрузки и влияние внешних факторов на полёт.

Образовательный процесс построен по принципу постепенного усложнения; учебные миссии начинаются с базовых упражнений и поэтапно переходят к комплексным заданиям, что способствует последовательному развитию навыков пилотирования у обучающихся. Эффективность обучения усиливается за счёт высокого качества визуализации, которое включает реалистичное воспроизведение окружающей среды, детализированное отображение местности, а также динамическую смену времени суток и погодных условий.

Система ориентирована на широкий круг пользователей: от начинающих пилотов, осваивающих базовые навыки управления, до опытных операторов, отрабатывающих специализированные задачи. Благодаря сочетанию реалистичной физики полёта, качественной графики и широких возможностей настройки, Квадросим представляет собой эффективное решение для профессиональной подготовки специалистов в области беспилотной авиации.

Фотограмметрическое ПО

Agisoft Metashape Professional Edition

Разработчик – ООО «ЖИВОЙСОФТ».

Включено в Единый реестр российского ПО.

Agisoft Metashape представляет собой передовое программное обеспечение, предназначенное для профессиональной обработки цифровых фотографий и создания трёхмерных моделей, цифровых высотных моделей и ортофотопланов.

В основе работы программы лежит комплексный подход к обработке данных. Профессиональная обработка начинается с автоматического определения связующих точек на фотографиях, после чего формируется плотное облако точек. На следующем этапе создаётся текстурированная полигональная модель, которая может быть дополнена цифровой моделью рельефа. Важной функцией является возможность построения ортофотопланов и проведения различных измерений в трёхмерных моделях.

Программа отличается рядом существенных достоинств. Высокая точность результатов достигается благодаря современным алгоритмам обработки данных. Масштабируемость решения позволяет работать с большими объёмами информации, при этом интерфейс остаётся интуитивно понятным для пользователя. Универсальность проявляется в поддержке различных типов камер и гибких настройках параметров обработки. Результаты можно экспортировать в различные форматы для дальнейшего использования.

Многофункциональность программы находит отражение в широком спектре применения. В строительной отрасли Metashape используется для создания детальных 3D-моделей зданий. Археологи применяют программу для документирования находок и сохранения культурного наследия. В сельском хозяйстве решение помогает мониторить состояние посевов и оценивать урожайность. Лесное хозяйство использует возможности программы для инвентаризации лесных массивов. Горнодобывающая промышленность применяет Metashape для моделирования карьеров и месторождений. Правоохранительные органы задействуют программу при фиксации мест происшествий.

Несмотря на широкие возможности, программа имеет определённые ограничения. Высокие требования к вычислительным ресурсам могут стать препятствием для небольших организаций. Обработка данных низкого качества требует особого внимания и профессиональных навыков. Исходные материалы необходимо тщательно подготавливать перед началом работы.

Agisoft Metashape Professional Edition зарекомендовала себя как надёжный инструмент для фотограмметрической обработки данных. Программа демонстрирует высокую точность результатов и гибкость настроек, что делает её востребованной в различных отраслях. Постоянное совершенствование функционала позволяет программе сохранять лидирующие позиции на рынке.

6.2. Отечественные разработчики ПО для задач сферы БАС

Разработчики Раздела ПО «Операционные системы»

	Операционные системы
ООО «Базальт СПО»	+
АО «Информационная внедренческая компания»	+
ООО «РЕД СОФТ»	+
АО «НПО РусБИТех»	+

Разработчики Раздела ПО «Офисные приложения»

	«Коммуникационное ПО»	«Офисные пакеты»	«Почтовые приложения»	«Браузеры»
ООО «Труконф»	+			
ООО «Вебинар Технологии» (ПАО «МТС»)	+			
ООО «ВК Цифровые технологии»			+	
ООО «Яндекс»	+	+	+	+
ООО «Новые Облачные Технологии»		+		
АО «Р7»		+		

Разработчики Раздела ПО «Промышленное ПО»

	«PLM-системы»	«CAD-системы»	«CAE- системы»	«CAM- системы»	«САРР-системы»
АО «АСКОН» (ООО «АСКОН-Системы проектирования»; ООО «АСКОН-Бизнес-Решения»)	+	+			+
АО «Топ Системы»	+	+	+	+	+
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»			+		
ООО «КАДФло»			+		
ООО «Гамма Тех»			+		
ООО НТЦ «АПИМ»			+		
ООО «Крона»				+	

Разработчики Раздела ПО «Средства управления процессами организации»

	«MES- системы»	«ERP- системы»	«CRM-системы»
ООО «1С-Софт»	+	+	+
ООО «Парус»		+	
ООО «1С-Битрикс»			+

Разработчики Раздела ПО «Отраслевое прикладное программное обеспечение»

	«ПО для управления полетами»	«Симуляторы БАС»	«Фотограмметрическое ПО»
Разработчики БАС	+		
ООО «Икс Ред Групп»		+	
ООО «Стратус»		+	
ООО «Геоскан»		+	
ООО «Нинсар»		+	
ООО «ЖИВОЙСОФТ».			+

6.3. Ключевые барьеры, возникающие при разработке и внедрении отечественного ПО

Разработка и внедрение отечественного программного обеспечения сталкиваются с комплексом взаимосвязанных препятствий, формирующих устойчивые негативные эффекты, которые существенно затрудняют процесс импортозамещения и создают риски для его долгосрочной устойчивости и эффективности. Анализ текущей ситуации позволяет идентифицировать несколько ключевых категорий барьеров.

Технологические и производственные барьеры:

Основным препятствием на этапе разработки является технологическое отставание и сохраняющаяся зависимость. Значительная часть российских решений исторически базировалась на зарубежных технологических стеках, включая фреймворки, библиотеки, инструменты разработки и облачные сервисы.

Ограничение доступа к обновлениям, технической поддержке и критически важным компонентам ввиду санкций и ухода международных вендоров требует масштабной и ресурсоемкой переработки существующих продуктов или разработки отечественных аналогов. Данная ситуация вынуждает разработчиков либо применять менее эффективные технологии, либо изыскивать сложные обходные пути, что неизбежно повышает сложность разработки и снижает итоговую производительность решений. Дополнительным фактором сложности выступают ограничения на импорт высокотехнологичного аппаратного обеспечения, создающие проблемы при разработке и тестировании ПО, требующего значительных вычислительных мощностей и масштабируемости.

Качественные характеристики продуктов представляют собой отдельную группу барьеров. Существует ситуация вывода на рынок недостаточно зрелых решений. Это обусловлено стремлением оперативно выполнить задачу импортозамещения. Это проявляется в наличии недоработанного функционала, существенного количества ошибок, неудовлетворительной документации и недостаточном уровне пользовательской поддержки. Ограниченность ресурсов и сжатые сроки часто приводят к недостаточному объему комплексного тестирования, что впоследствии выливается в серьезные проблемы при промышленной эксплуатации. Кроме того, недооценка аспектов пользовательского опыта (UX) и интерфейса (UI), когда приоритет отдается базовой функциональности в ущерб интуитивности и удобству использования, снижает привлекательность отечественных решений для конечных потребителей.

Несовершенство экосистемы и кооперационных механизмов также сдерживает развитие. Множество компаний создают схожие по назначению решения вместо консолидации ресурсов для формирования единых платформ или отраслевых стандартов. Ограниченная открытость, выражающаяся в неразвитости культуры open-source и закрытости исходных кодов, препятствует совместной разработке, независимому аудиту безопасности и формированию активных пользовательских и разработческих сообществ вокруг продуктов.

Барьеры на этапе внедрения и адаптации:

Техническая сложность интеграции и процессов миграции остается одним из наиболее значимых препятствий при внедрении. Затруднения вызывает интеграция новых отечественных решений с унаследованными системами, зачастую глубоко кастомизированными и построенными на зарубежных платформах. Процесс переноса данных, бизнес-логики и адаптации процессов под новое ПО сопряжен с высокими финансовыми затратами, значительными временными издержками и существенными операционными рисками для бизнеса заказчика, включая угрозу простоев и потери данных. Успешность внедрения также страдает от недостатка компетенций у интеграторов и персонала заказчика, обладающих глубоким пониманием специфики конкретного отечественного программного обеспечения и бизнес-процессов организации.

Фактор доверия и рыночная инерция существенно замедляют принятие отечественных решений. Сложилось устойчивое восприятие зарубежных решений как более надежных и проверенных, обладающих длительной историей успешной эксплуатации, обширным сообществом пользователей и развитой документационной базой. Отечественные решения, напротив, часто воспринимаются как менее предсказуемые. Накопленный негативный опыт, связанный с неудачными пилотными внедрениями или использованием некачественных продуктов в прошлом, дополнительно подрывает доверие потенциальных заказчиков. Значимым барьером является и консерватизм конечных пользователей, сопротивляющихся изменениям привычных рабочих процессов и интерфейсов зарубежных систем, что требует существенных усилий по переобучению и трансформации управленческих подходов. Потенциальных потребителей также беспокоят опасения относительно долгосрочной поддержки и развития продуктов российскими вендорами.

Экономические аспекты играют критическую роль. При оценке отечественного ПО важно учитывать полную стоимость владения продуктом, которая, несмотря на потенциально более низкую стоимость лицензий, зачастую превышает аналогичные показатели для зрелых зарубежных решений из-за высоких затрат на миграцию, интеграцию, кастомизацию, обучение и сопровождение, особенно

в краткосрочной перспективе. Недостаточное финансирование процессов внедрения в организациях, где средства часто выделяются лишь на приобретение лицензий без учета затрат на полноценную интеграцию и обучение, предопределяет неудачу проектов. Общая макроэкономическая нестабильность также способствует откладыванию компаниями крупных инвестиционных проектов, к каковым относятся масштабные миграции на новое ПО.

Институциональные и регуляторные ограничения:

Несовершенство нормативно-правовой базы создает значительные сложности. Вопросы, связанные с защитой интеллектуальной собственности, лицензированием (особенно в части использования иностранных open-source компонентов) и патентованием разработок отечественного ПО также затрудняют их разработку и внедрение.

Инфраструктурные ограничения:

Недостаточное развитие отечественной облачной инфраструктуры проявляется в ограниченных мощностях, функциональных возможностях и географическом покрытии российских облачных платформ, особенно в сравнении с ушедшими глобальными провайдерами и для задач, требующих высокой производительности и распределенных вычислений. Проблемы обеспечения комплексной кибербезопасности отечественных ПО связаны как с недостаточной зрелостью отечественных решений в области защиты от современных угроз (включая целевые атаки АРТ), так и с дефицитом квалифицированных специалистов по безопасности, ориентированных на специфику отечественного ПО.

6.4. Опыт внедрения отечественного ПО при разработке, производстве и эксплуатации БАС и их компонентов

Опыт внедрения T-FLEX PLM в учебный процесс федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» (Самарский университет)

Цель: повысить престиж групп по проектированию двигателей на кафедре за счёт внедрения передового уровня проектирования в учебный процесс.

Задача: переработать учебный процесс с учётом современных тенденций в области инженерной работы.

Исходя из обозначенных выше тенденций, Самарский университет начал подбирать PLM.

«Мы искали программное обеспечение, которое помогло бы нам перейти от создания отдельных моделей для разных задач к единой модели изделия, которую обычно называют цифровым двойником изделия. Честно говоря, альтернативы программным продуктам Siemens мы не видели.

И тут нам предложили отечественное решение T-FLEX PLM. Тогда, после многолетнего доминирования в вузе тяжёлых иностранных PLM-пакетов, к отечественным решениям в области САПР многие относились с недоверием. Поэтому моя первая мысль была: «Наверное, очередной клон SOLIDWORKS пяти-десятилетней давности».

Однако я решил попробовать поработать в T-FLEX CAD. И через некоторое время почувствовал, что этот пакет глубже и своеобразнее. По уровню он скорее напомнил мне NX, но в T-FLEX CAD есть и свои идеи, которые я нигде больше не встречал» - вспоминает свои первые впечатления от работы с T-FLEX CAD доцент кафедры КиПДЛА В.С. Мелентьев.

С 2018 года шло внутреннее тестирование программного и подготовка методического обеспечения. С 2020 года в учебный план подготовки бакалавров профильной группы кафедры было введено одно занятие в рамках дисциплины «Введение в специальность», посвящённое демонстрации работы T-FLEX VR для изучения конструкции двигателей.

В 2022 году было проведено тестирование связки T-FLEX CAD → T-FLEX VR → T-FLEX Динамика → T-FLEX Анализ для моделирования поршневого ДВС на базе одной группы студентов в рамках летней ознакомительной практики.

Летом 2023 года был утверждён новый учебный план по направлению подготовки «Двигатели летательных аппаратов» под девизом «Сквозному обучению – Сквозную модель», в котором декларирован постепенный перевод конструкционного моделирования на продукты T-FLEX PLM там, где это возможно.

Соответственно, осенью 2023 была набрана первая учебная группа, студенты которой должны будут завершить обучение в 2027 году по новому плану.

Дисциплины учебного плана выстроены в соответствии с алгоритмом виртуального проектирования. Где возможно, выдержано правило: один семестр – обучение, следующий – расчётная работа.

Для реализации этапов сквозного моделирования выбраны следующие модули T-FLEX PLM:

- T-FLEX PDM – Идея, Исходные данные, Эксплуатация и Утилизация;
- T-FLEX CAD + T-FLEX VR – Объёмная модель;
- T-FLEX Динамика – Кинематика;
- T-FLEX Динамика + T-FLEX Анализ – Динамика;
- T-FLEX Анализ – Прочность;
- T-FLEX Технология + T-FLEX ЧПУ – Производство.

Знакомство с T-FLEX PLM начинается с «Введения в специальность», где студенты изучают конструкцию двигателей (ГТД, ДВС и РД), используя T-FLEX VR.

Далее в рамках «Ознакомительной практики» они самостоятельно строят в T-FLEX CAD узел двигателя (3D-модель и сборочный чертёж). В качестве спецчасти выполняются расчёты модели в T-FLEX Динамике и T-FLEX Анализе.

На следующем курсе студенты обучаются уже профессионально моделировать в T-FLEX CAD и T-FLEX Анализ, используя встроенные в пакет учебные материалы. Кроме того, они выполняют практическую работу по упрощённому моделированию деталей, соответствующих учебному профилю их подготовки. Например, лопатки и диска рабочего колеса.

В дисциплине «Кинематика механизмов и машин» студенты глубоко изучают модуль T-FLEX Динамика, выполняя цикл лабораторных работ по стержневому и объёмному моделированию работы механизмов двигателей по вариантам. Например, исследуют движение модели газораспределительного механизма.

В следующем, шестом, семестре студенты выполняют в T-FLEX Динамика моделирование входных и выходных устройств ГТД: сопла, реверсивного устройства

или регулируемых направляющих аппаратов уже реального двигателя. Также они выполняют расчёт критических частот упрощённой модели ротора ГТД.

На последнем курсе студенты выполняют прочностное моделирование рабочего колеса (диска и лопатки) ГТД или турбонасосного агрегата.

Далее в седьмом и восьмом семестрах студенты, используя полученные знания, подкреплённые прохождением технологической и производственной практики на профильном предприятии, окончательно формируют собственный цифровой двойник заданного изделия, создаваемый параллельно с обучением, начиная с шестого семестра. И выходят на защиту своей квалификационной работы.

Таким образом, на базе T-FLEX PLM реализуется сквозное обучение бакалавров по специальности «Двигатели летательных аппаратов», учитывающее современные тенденции в области инженерной работы.

**Опыт внедрения CAD-системы КОМПАС-3D
в федеральном государственном автономном образовательном
учреждении высшего образования «Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

МГТУ им. Н.Э. Баумана и компания АСКОН успешно внедрили в образовательный процесс российскую систему проектирования (САПР) КОМПАС-3D, адаптированную для работы под управлением операционных систем на базе Linux. Внедрение выполнено в рамках первого в России проекта сквозного импортозамещения инженерного ПО в высшей школе под руководством Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации и ФГАУ НИИ «Восход».

При участии Центра НТИ «Цифровое материаловедение: новые материалы и вещества» учебные классы в Бауманском университете были оснащены программным комплексом КОМПАС-3D с приложениями для машиностроительного проектирования и прочностного анализа, где необходимо применение продуктов класса САПР.

Функциональное тестирование работоспособности КОМПАС-3D проводилось в операционной системе «Альт Образование 9» под управлением доработанного

комплекса WINE. В результате КОМПАС-3D признан соответствующим требованиям учебного процесса и рекомендован для применения в учебном процессе и проведения инженерной и научной деятельности МГТУ им. Н.Э. Баумана. В осеннем семестре 42 группы студентов прошли обучение основам инженерной графики с применением программы КОМПАС-3D, в весеннем семестре количество групп составило уже 123.

«Основная задача тестирования заключалась в определении степени функционального соответствия замещающих программных продуктов перечню из более чем 75 базовых требований, которые регулярно задействуются при решении образовательных и инженерно-конструкторских задач университета. Специалисты НИИ «Восход» совместно с представителями МГТУ им. Н.Э. Баумана специально для тестирования разработали набор из 14 верификационных задач по твердотельному моделированию и разработке конструкторской документации, относящихся к различным областям техники. Тестирование признано успешным, КОМПАС-3D продемонстрировал высокую степень функционального соответствия базовым требованиям и уже используется в учебном процессе», – отметил Владимир Нелюб, д.т.н., директор Центра НТИ «Цифровое материаловедение: новые материалы и вещества» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

В ходе тестирования мы определили функциональное соответствие замещающих программных продуктов всем требованиям университета, а также оценили возможности применения ПО при решении инженерно-конструкторских задач университета, отметили в пресс-службе ФГАУ НИИ «Восход».

На этапе тестирования специалисты компании АСКОН оказывали поддержку, проводили консультации по использованию продуктов.

**Опыт внедрения САЕ-системы ENGEE в федеральном автономном
учреждении «Государственный научно-исследовательский институт
авиационных систем» (ФАУ «ГосНИИАС»)**

Ученые и инженеры Государственного научного центра Российской Федерации ФАУ «ГосНИИАС», участвующие в разработке бортовых систем современных

и перспективных воздушных судов, провели цикл работ с применением среды моделирования ENGEE для проектирования модельно-ориентированной логики программного обеспечения, призванной заменить зарубежные системы автоматизированного проектирования, в рамках пилотного проекта.

Ключевой задачей в рамках работ является разработка управляющей модельно-ориентированной логики интерактивных элементов бортовых авиационных индикаторов в соответствии с международным стандартом ARINC 661. Пилотный проект нацелен на поиск и валидацию эффективной отечественной альтернативы, обеспечивающей соответствие жестким требованиям авиационных стандартов.

Используя возможности российского ПО, специалисты института в пилотном проекте разработали логику виджетов в соответствии с требованиями с возможностью кодогенерации и последующей интеграции в проекте сервера индикации ARINC 661. В качестве примеров для разработки были выбраны прокручиваемый список и раскрывающийся список, являющиеся частью большого набора элементов человеко-машинного интерфейса в системах навигации и самолетовождения.

В ходе работ над проектом нашли подтверждение ключевые достоинства модельно-ориентированного подхода в среде ENGEE. Также специалистами института отмечена качественная справочная система и обилие демонстрационных материалов, позволяющих самостоятельно и эффективно осваивать функциональность среды и решать конкретные инженерные задачи.

По итогам пилотного проекта ФАУ «ГосНИИАС» рассматривает возможность реализации полного набора виджетов для сервера ARINC 661 бортовой индикации в среде ENGEE.

6.5. Влияние и результаты интеграции отечественного ПО на бизнес-процессы организаций

Отечественное ПО становится ключевым элементом цифровой инфраструктуры России, формируя надежную основу для развития стратегически

важных отраслей. Особая направленность на обеспечение безопасности и надежности позволяет эффективно противостоять современным киберугрозам, создавая защищенный периметр для критически важных данных. Строгое соответствие национальным стандартам безопасности, подтвержденное сертификацией ФСТЭК РФ, значительно повышает доверие к российским ИТ-решениям как внутри страны, так и за её пределами.

Комплексный подход к развитию отечественного ПО обеспечивает множество положительных эффектов. Программы полностью адаптированы к российскому законодательству, что существенно упрощает их внедрение и эксплуатацию. Локализация решений на русском языке создает комфортные условия для пользователей, а специализированные разработки учитывают уникальные особенности местного рынка, обеспечивая максимальную эффективность применения.

Интеграция с государственными системами управления становится ключевым фактором эффективности российского ПО. Создание унифицированных информационных систем позволяет оптимизировать работу государственных органов и корпораций, обеспечивая высокий уровень автоматизации процессов и безопасности данных. Это не только укрепляет национальную безопасность, но и повышает качество государственных услуг, делая их более доступными и прозрачными для граждан.

7. Анализ зарубежного ПО в сфере БАС

7.1. Обзор доступного ПО и сфер его применения

Системное ПО

Операционные системы

Windows

Разработчик – Microsoft Corporation.

Windows представляет собой ведущую операционную систему, созданную корпорацией Microsoft. Она обеспечивает эффективное взаимодействие пользователя с компьютером благодаря интуитивно понятному графическому интерфейсу, который стал стандартом для большинства современных ПК.

Путь Windows начался в 1985 году, и с тех пор система постоянно эволюционировала. Каждое новое поколение приносило существенные улучшения.

Операционная система предлагает широкий спектр возможностей. Пользователи могут легко управлять файлами через удобный проводник, настраивать систему через панель управления, подключать различное оборудование благодаря автоматической настройке. Интеграция с облачными сервисами Microsoft, включая OneDrive, позволяет удобно хранить и синхронизировать данные.

Простота использования является одним из главных достоинств Windows. Интуитивно понятный интерфейс делает систему доступной для пользователей любого уровня подготовки. Многозадачность позволяет эффективно работать с несколькими приложениями одновременно. Широкая совместимость обеспечивает поддержку большинства программ и периферийных устройств. Безопасность поддерживается встроенными антивирусными средствами и регулярными обновлениями. Универсальность делает Windows подходящей как для работы, так и для развлечений.

Однако Windows не лишена недостатков. Система может быть уязвима для вирусных атак, что требует дополнительного внимания к безопасности. Регулярные обновления иногда могут вызывать неудобства в работе. Лицензионная политика предполагает необходимость приобретения ключа активации, что увеличивает стоимость владения системой. На компьютерах с невысокой производительностью система может работать медленнее.

Несмотря на имеющиеся недостатки, Windows сохраняет лидирующие позиции на рынке операционных систем. Постоянное развитие и совершенствование, широкий выбор программного обеспечения и поддержка со стороны разработчиков делают эту систему оптимальным выбором для большинства пользователей. Windows продолжает оставаться универсальным решением для работы, учёбы и развлечений.

Linux

Linux – это мощная операционная система с открытым исходным кодом, созданная на основе принципов Unix. Её разработал финско-американский программист Линус Торвалдс, и с тех пор система постоянно развивается, поддерживая передовые технологии.

За годы существования система превратилась в универсальное решение для различных задач. Важным этапом стало создание Android на базе Linux-ядра, что сделало её самой популярной мобильной ОС в мире.

Система построена на основе ядра, которое управляет ресурсами компьютера. В её состав входят оболочка для взаимодействия с пользователем, утилиты для обслуживания системы, компиляторы для разработки программ и библиотеки, обеспечивающие работу приложений.

Система поддерживает многозадачность, позволяя эффективно распределять ресурсы между процессами. Она обеспечивает многопользовательский доступ и гибкую систему управления правами. Linux отличается низким потреблением ресурсов и высокой стабильностью работы.

Бесплатность – большинство дистрибутивов доступны для скачивания и использования без лицензии. Безопасность обеспечивается встроенными средствами защиты и открытым кодом, который постоянно проверяется сообществом. Гибкость настройки позволяет адаптировать систему под любые задачи. Экономичность проявляется в низких требованиях к аппаратному обеспечению. Разработчикам система предлагает богатый набор инструментов.

Сложность освоения может стать препятствием для новичков, особенно при необходимости ручной настройки. Ограниченная поддержка некоторых специализированных программ и оборудования. Зависимость от интернета требуется для обновлений и установки пакетов.

Linux остаётся востребованной операционной системой благодаря своей универсальности, безопасности и гибкости. Несмотря на определённые сложности в освоении, она предлагает широкие возможности для решения профессиональных задач и является оптимальным выбором для серверов,

веб-разработки и специализированных приложений. Постоянное развитие и поддержка сообщества делают Linux привлекательной альтернативой для тех, кто ищет надёжную и функциональную операционную систему.

Android

Разработчик – Google LLC.

Android – это современная мобильная операционная система, основанная на модифицированном ядре Linux. Разработанная компанией Google, она стала самой популярной ОС для смартфонов и планшетов в мире. Система поддерживает широкий спектр устройств от различных производителей и предлагает богатый функционал для пользователей.

Первый релиз Android состоялся в 2008 году. С тех пор система постоянно развивается, получая регулярные обновления.

Система построена на модульной основе, что обеспечивает гибкость и возможность добавления новых функций. Ключевыми компонентами являются: Пользовательский интерфейс с сенсорным управлением; магазин приложений Google Play; системные сервисы для работы с мультимедиа и коммуникациями; инструменты безопасности для защиты данных.

Android предлагает широкий спектр возможностей для пользователей. Система поддерживает работу с мультимедиа контентом, обеспечивает удобное общение через мессенджеры и социальные сети, позволяет устанавливать различные приложения для работы и развлечений.

Интуитивно понятный интерфейс делает систему доступной для пользователей любого уровня. Система поддерживает персонализацию рабочего стола, настройку виджетов.

Доступность является одним из главных достоинств Android. Система устанавливается на устройства различных ценовых категорий. Разнообразие приложений в Google Play позволяет найти решение для любых задач. Открытость платформы привлекает разработчиков, что способствует постоянному росту экосистемы.

Фрагментация устройств может вызывать проблемы с совместимостью приложений. Безопасность требует дополнительного внимания, несмотря на встроенные защитные механизмы. Различия в обновлениях между производителями устройств могут создавать неудобства для пользователей.

Android остается лидером рынка мобильных операционных систем благодаря своей универсальности, открытости и постоянному развитию. Система предлагает широкие возможности для работы, развлечений и общения, оставаясь при этом доступной для пользователей. Постоянное совершенствование платформы делает её привлекательным выбором для миллионов пользователей по всему миру.

Офисные приложения

Коммуникационное ПО

Zoom

Разработчик – Zoom Video Communications.

Zoom представляет собой современную платформу для организации видеоконференций и онлайн-взаимодействия. Сервис позволяет проводить виртуальные встречи с участием множества пользователей через компьютер, планшет или смартфон, активно применяясь в бизнесе, образовании и других сферах.

Платформа обеспечивает комплексное решение для онлайн-коммуникаций. Пользователи могут организовывать видеоконференции с поддержкой до тысячи участников, проводить масштабные вебинары для десяти тысяч слушателей. Система позволяет делиться экраном для совместной работы, создавать виртуальные комнаты для разделения участников и вести записи встреч с сохранением в различных форматах.

Интерфейс платформы отличается интуитивной понятностью. Система автоматически переключает внимание между говорящими участниками, предоставляет инструменты для управления конференцией, включая отключение камер и микрофонов. Пользователи могут использовать виртуальные фоны и интерактивные доски для совместной работы.

Надежность работы обеспечивается оптимизированным потреблением ресурсов и эффективным использованием интернет-трафика. Платформа поддерживает качественное видео- и аудио- сопровождение, обеспечивает шифрование данных для безопасности. Доступность на всех популярных платформах делает Zoom универсальным решением для удаленной коммуникации.

Система демонстрирует стабильную работу при различных условиях подключения, предлагая гибкие инструменты настройки качества связи. Встроенный мессенджер позволяет обмениваться сообщениями и файлами, а интеграция с популярными календарями упрощает планирование встреч.

В бесплатной версии существуют определенные ограничения по длительности встреч и количеству участников. Качество связи может зависеть от стабильности интернет-подключения, а для доступа к расширенным функциям требуется приобретение платной подписки.

Базовые функции доступны бесплатно, однако для профессионального использования предлагаются различные тарифные планы. Профессиональный пакет ориентирован на малые группы, бизнес-решение расширяет возможности для средних предприятий, а корпоративные версии предназначены для крупных организаций с особыми требованиями.

Google Meet

Разработчик – Google LLC.

Google Meet – это платформа для проведения видеоконференций, разработанная компанией Google. Сервис интегрирован с другими продуктами Google Workspace и предназначен для организации онлайн-встреч, вебинаров и совместной работы. Платформа особенно популярна среди образовательных учреждений и бизнес-организаций.

Система предоставляет широкий спектр инструментов для эффективной коммуникации. Пользователи могут проводить встречи с участием до 250 человек в бесплатной версии, а для бизнес-подписок доступны конференции с участием до 1000 участников. Платформа позволяет делиться экраном, использовать

виртуальные комнаты для обсуждений и записывать встречи для последующего просмотра.

Интерфейс Google Meet отличается простотой и интуитивно понятным дизайном. Система автоматически настраивает качество видеосвязи в зависимости от интернет-соединения, предоставляет инструменты для управления участниками встречи и включает функции шумоподавления для улучшения качества звука. Пользователи могут использовать виртуальные фоны и применять эффекты к своему изображению.

Надежность обеспечивается интеграцией с экосистемой Google и высоким уровнем безопасности. Платформа поддерживает сквозное шифрование данных, предлагает удобные инструменты для планирования встреч через Google Calendar и обеспечивает совместимость с различными устройствами. Система оптимизирована для работы даже при слабом интернет-соединении.

Google Meet демонстрирует стабильную работу благодаря облачной инфраструктуре Google. Платформа поддерживает автоматическое переключение между участниками, предоставляет функции субтитров в реальном времени и позволяет создавать виртуальные залы ожидания для управления доступом к встречам.

В бесплатной версии существуют значительные ограничения: ограниченное количество участников; максимальная длительность встреч.

Базовый функционал доступен бесплатно для пользователей Google Accounts. Для бизнес-пользователей предлагаются различные тарифные планы Google Workspace, включающие расширенные возможности записи встреч, управление безопасностью и дополнительные инструменты для совместной работы.

Microsoft Teams

Разработчик – Microsoft Corporation.

Microsoft Teams – это комплексная платформа для коммуникации и совместной работы, входящая в экосистему Microsoft 365. Сервис объединяет функции мессенджера, видеоконференций и инструментов для совместной работы над проектами.

Система предлагает широкий спектр инструментов для командной работы. Пользователи могут проводить видеоконференции, обмениваться сообщениями, совместно редактировать документы Office, создавать каналы для проектов и использовать встроенные инструменты планирования.

Режим совместной работы позволяет организовывать виртуальные пространства для встреч, где участники могут видеть друг друга в формате виртуальной аудитории. Система предоставляет инструменты для совместного редактирования документов, автоматического перевода речи на 35 языков и создания защищенных каналов для конфиденциального общения.

Интеграция с экосистемой Microsoft обеспечивает работу с Office 365, SharePoint и другими сервисами. Платформа отличается высоким уровнем безопасности благодаря шифрованию данных и поддерживает контроль доступа к информации. Система контроля речи на базе ИИ помогает улучшить качество выступлений. Microsoft Teams оптимизирована для работы с документами в реальном времени, поддерживает запись встреч и автоматическое создание субтитров.

Технические проблемы включают нестабильную работу уведомлений на мобильных устройствах и периодические сбои при подключении к конференциям. Пользователи отмечают сложности с синхронизацией между устройствами и проблемы с авторизацией.

Функциональные ограничения проявляются в сложной структуре хранения файлов, ограниченном объеме бесплатного хранилища, недоступности функций на разных платформах. Пользовательский опыт может быть затруднен из-за избыточного функционала для небольших команд, высокой зависимости от качества интернет-соединения.

Базовая версия доступна бесплатно и включает основные функции коммуникации. Расширенные возможности, такие как расширенная аналитика, дополнительные инструменты безопасности и увеличенное хранилище, доступны в рамках подписки Microsoft 365.

Офисные пакеты

Microsoft Office

Разработчик – Microsoft Corporation.

Microsoft Office представляет собой комплексный пакет офисных приложений, разработанный для решения широкого спектра задач. Платформа объединяет инструменты для работы с документами, таблицами, презентациями и другими типами контента.

В состав пакета входят ключевые приложения: Word для работы с текстами, Excel для обработки данных и создания таблиц, PowerPoint для подготовки презентаций, Outlook для управления электронной почтой и календарём, а также OneNote для создания заметок.

Система предлагает обширный набор инструментов для продуктивной работы. Пользователи могут создавать и редактировать документы профессионального качества, проводить сложные вычисления, визуализировать данные, организовывать совместную работу над проектами и управлять деловой перепиской.

Интеграция сервисов обеспечивает бесперебойную работу всех компонентов пакета. Облачные технологии позволяют сохранять документы в OneDrive и получать к ним доступ с разных устройств. Регулярные обновления добавляют новые функции и улучшают безопасность.

Приложения оптимизированы для работы на различных платформах, включая Windows, macOS, Android и iOS. Система поддерживает совместную работу в реальном времени, что особенно важно для командных проектов.

Лицензионная политика требует приобретения подписки или пакета с бессрочной лицензией. Некоторые функции доступны только в определённых версиях продукта. На слабых компьютерах может наблюдаться снижение производительности.

Пользователи отмечают высокую стоимость подписки Microsoft 365, особенно если требуются не все доступные функции. При работе с большими документами возможны зависания. Некоторые продвинутые функции требуют времени на освоение.

Доступны различные варианты лицензирования: Microsoft 365 с ежемесячной подпиской, включающей облачные сервисы, и бессрочные версии Office с фиксированным набором функций. Выбор зависит от потребностей пользователя и бюджета.

Microsoft Office остаётся отраслевым стандартом в сфере офисных приложений благодаря широкому функционалу, надёжности и постоянному развитию. Несмотря на определённые ограничения и стоимость, платформа предлагает оптимальное решение для большинства офисных задач, обеспечивая высокое качество работы и профессиональный результат.

LibreOffice

Разработчик – The Document Foundation.

LibreOffice – это свободный офисный пакет с открытым исходным кодом, который предоставляет пользователям полный набор инструментов для работы с документами. Проект развивается благодаря сообществу разработчиков и поддерживается некоммерческим фондом The Document Foundation.

В состав пакета входят интегрированные приложения: текстовый редактор Writer, табличный процессор Calc, программа для презентаций Impress, векторный редактор Draw, система управления базами данных Base. Все компоненты тесно взаимодействуют между собой.

Бесплатное использование – отсутствие лицензионных платежей делает пакет доступным для всех категорий пользователей. Кроссплатформенность позволяет работать на Windows, macOS и Linux. Открытый код обеспечивает возможность модификации и адаптации под конкретные задачи.

Приложения оптимизированы для работы с различными форматами файлов, включая документы Microsoft Office. Система поддерживает формат ODF как основной стандарт. LibreOffice обеспечивает полную совместимость с популярными форматами документов, что позволяет без проблем обмениваться файлами с пользователями других офисных пакетов. Система поддерживает совместную работу над документами и экспорт в различные форматы, включая PDF.

Техническая поддержка осуществляется преимущественно силами волонтеров, что может влиять на скорость решения проблем. Некоторые продвинутые функции коммерческих аналогов могут отсутствовать. Пользователи отмечают менее интуитивный интерфейс по сравнению с коммерческими аналогами. Некоторые сложные документы могут открываться с небольшими отличиями в форматировании.

Почтовые приложения

Microsoft Exchange

Разработчик – Microsoft Corporation.

Microsoft Exchange – это корпоративная платформа для организации электронной почты, календаря и совместной работы, разработанная компанией Microsoft. Система предназначена для крупных организаций и обеспечивает централизованное управление корпоративной коммуникацией.

Платформа предоставляет комплексные инструменты для деловой коммуникации. Пользователи получают доступ к электронной почте, календарю, контактам и задачам через различные клиенты и веб-интерфейс. Система поддерживает мобильную доступность и интеграцию с другими продуктами Microsoft.

Exchange построен на модульной архитектуре, позволяющей масштабировать систему в соответствии с потребностями организации. Платформа включает серверные компоненты для обработки почты, хранения данных и обеспечения безопасности коммуникаций.

Система поддерживает работу с различными протоколами, включая MAPI, SMTP, POP3 и IMAP. Платформа обеспечивает централизованное хранение почтовых ящиков, автоматическую архивацию данных, расширенные функции календаря.

Системные требования достаточно высоки, особенно для крупных организаций. Стоимость внедрения включает не только лицензии, но и затраты на инфраструктуру. Сложность настройки может потребовать привлечения квалифицированных специалистов.

Microsoft Exchange остается одним из ведущих решений для корпоративной электронной почты благодаря надежности, функциональности и интеграции с экосистемой Microsoft.

Браузеры

Google Chrome

Разработчик – Google LLC.

Google Chrome – это современный веб-браузер, разработанный компанией Google, который стал одним из самых популярных инструментов для работы в интернете. Браузер отличается высокой скоростью работы и широким функционалом, интегрированным с экосистемой Google.

Система построена на базе открытого проекта Chromium и использует современный движок Blink для быстрой обработки веб-страниц. Chrome предлагает пользователям удобный интерфейс, многозадачность и широкие возможности настройки.

Высокая производительность обеспечивается оптимизированным движком и многопроцессной архитектурой. Безопасность поддерживается встроенными механизмами защиты от вредоносных сайтов и расширений. Совместимость с современными веб-стандартами (HTML5, CSS3 и JavaScript.) делает Chrome надежным инструментом для работы с любыми веб-ресурсами. Система автоматически обновляется для обеспечения безопасности и добавления новых функций.

Chrome Web Store предлагает тысячи расширений для улучшения функциональности браузера. Пользователи могут добавлять инструменты для блокировки рекламы, управления паролями, перевода страниц и других задач.

Пользователи отмечают проблемы и недостатки: значительное потребление оперативной памяти; сбор данных о пользовательской активности; периодические зависания при работе с большим количеством вкладок; проблемы с конфиденциальностью из-за тесной интеграции с сервисами Google.

Mozilla Firefox

Разработчик – Mozilla Foundation.

Mozilla Firefox – это веб-браузер с открытым исходным кодом, разработанный Mozilla Foundation. Браузер позиционируется как альтернатива проприетарным решениям, делая акцент на конфиденциальность, безопасность и свободу пользователей в интернете.

Система построена на движке Quantum, который обеспечивает высокую производительность и энергоэффективность. Firefox отличается модульной архитектурой, позволяющей пользователям настраивать практически любой аспект работы браузера.

Конфиденциальность обеспечивается встроенными средствами защиты от отслеживания и возможностью настройки уровня приватности. Безопасность поддерживается регулярными обновлениями и современными механизмами защиты от вредоносного контента. Гибкость настройки позволяет адаптировать браузер под любые задачи.

Браузер поддерживает современные веб-стандарты, включая HTML5, CSS3 и JavaScript. Система оптимизирована для работы с ресурсоемкими веб-приложениями и обеспечивает хорошую производительность при многозадачности.

Потребление ресурсов может быть выше, чем у некоторых конкурентов при работе с множеством вкладок. Стабильность иногда страдает из-за частых обновлений и экспериментов с новыми функциями. Скорость работы может варьироваться в зависимости от версии и конфигурации.

Mozilla Firefox остается одним из ведущих браузеров благодаря своей открытости, акценту на конфиденциальность и богатому функционалу. Несмотря на некоторые технические недостатки, браузер предлагает пользователям надежный инструмент для работы в интернете с акцентом на защиту данных и свободу выбора.

Microsoft Edge

Разработчик – Microsoft Corporation.

Microsoft Edge – веб-браузер от компании Microsoft, пришедший на замену Internet Explorer. Браузер построен на базе открытого проекта Chromium и интегрирован с экосистемой Windows. Edge отличается оптимизированным потреблением ресурсов и тесной интеграцией с сервисами Microsoft.

Производительность достигается благодаря оптимизированной архитектуре и эффективному использованию ресурсов. Безопасность обеспечивается встроенным защитником SmartScreen и защитой от вредоносных сайтов. Интеграция с Windows позволяет использовать функции рукописного ввода и голосового помощника.

Браузер поддерживает современные веб-технологии (HTML5, CSS3 и JavaScript). Система автоматически обновляется для обеспечения безопасности и добавления новых функций.

Microsoft Edge Addons предоставляет доступ к расширениям для улучшения функциональности. Пользователи могут устанавливать инструменты для блокировки рекламы, управления паролями и других задач.

Зависимость от экосистемы Microsoft может ограничивать функциональность для пользователей других платформ. Сбор данных вызывает вопросы у пользователей, заботящихся о конфиденциальности. Интеграция с сервисами Microsoft не всегда необходима всем пользователям.

Промышленное ПО

PLM-системы

Teamcenter

Разработчик – Siemens PLM Software.

Teamcenter – PLM-решение, разработанное компанией Siemens PLM Software. Система предназначена для управления всем жизненным циклом изделия, включая проектирование, производство и обслуживание.

Интеграционные возможности Teamcenter превосходят многие аналоги, особенно в работе с CAD-системами, что упрощает процесс проектирования.

Управление изменениями реализовано на высоком уровне. Teamcenter в сравнении с конкурентами предлагает более гибкие инструменты для управления

изменениями и конфигурациями изделий, что особенно важно для крупных производственных предприятий.

Безопасность данных обеспечивается многоуровневой системой защиты, превосходящей аналогичные решения от конкурентов. Система предлагает продвинутые механизмы контроля доступа и аудита действий пользователей, что делает её привлекательной для оборонной и аэрокосмической отраслей.

Масштабируемость является одним из ключевых преимуществ. В отличие от более простых решений, Teamcenter легко адаптируется под нужды как небольших предприятий, так и глобальных корпораций.

Стоимость владения продуктом значительно выше, чем у многих альтернатив. Сложность внедрения превосходит аналогичные решения. Teamcenter требует глубокой предварительной подготовки и планирования. Также требования к ресурсам выше, чем у конкурентов. Пользователи, переходящие с более простых систем, часто отмечают сложность освоения полного функционала.

Teamcenter остается одним из наиболее мощных PLM-решений на рынке, особенно для крупных предприятий с комплексными требованиями. Несмотря на высокую стоимость и сложность внедрения, система предлагает уникальные возможности интеграции и управления данными, которые часто перевешивают её недостатки для компаний, где критична эффективность управления жизненным циклом изделия.

ENOVIA

Разработчик – Dassault Systemes.

ENOVIA представляет собой комплексное PLM-решение для управления жизненным циклом продукта. Система ориентирована на крупные и средние предприятия, которым требуется продвинутое управление данными и организация совместной работы.

В основе функциональности ENOVIA лежит всестороннее управление жизненным циклом продукта, обеспечивающее полный контроль на всех этапах разработки. Система эффективно интегрируется с различными CAD-решениями, включая CATIA, SolidWorks и EXALEAD, что позволяет создавать единую среду

проектирования. Централизованное управление спецификациями, реализованное через механизмы EBOM и MBOM, существенно упрощает работу с конструкторскими и производственными данными.

Важным преимуществом является возможность организации глобальной коллаборации между распределенными командами, что особенно актуально для международных проектов. Эффективная система контроля изменений и конфигураций продукта позволяет поддерживать актуальность проектной документации. Веб-доступ к данным без необходимости установки толстого клиента делает работу с системой более удобной и гибкой.

Особое внимание уделяется управлению интеллектуальной собственностью и планированию программ и проектов. Встроенная аналитика и инструменты отчетности помогают принимать обоснованные решения на всех этапах разработки.

Несмотря на обширный функционал, внедрение ENOVIA сопряжено с определенными сложностями. Прежде всего, это высокая стоимость как самого решения, так и его поддержки. Обширный функционал системы требует значительного времени на освоение, что может затруднить процесс внедрения.

При работе с большими объемами данных могут возникать проблемы с производительностью, требующие регулярного технического обслуживания. Отсутствие встроенной справочной системы также может создавать определенные неудобства для пользователей. Зависимость от серверной инфраструктуры накладывает дополнительные требования к ИТ-инфраструктуре предприятия.

ENOVIA находит наиболее эффективное применение на крупных промышленных предприятиях, где требуется комплексное управление данными и процессами.

ENOVIA демонстрирует себя как мощное PLM-решение с обширными возможностями управления жизненным циклом продукта.

CAD-системы

Siemens NX

Разработчик – Siemens PLM Software.

Siemens NX представляет собой комплексное решение для проектирования, объединяющее в себе передовые технологии моделирования, анализа и производства. Программа ориентирована на крупные предприятия автомобильной, аэрокосмической и машиностроительной отраслей.

Гибкость моделирования достигается благодаря уникальной синхронной технологии, позволяющей комбинировать параметрический и прямой подходы. Это даёт возможность быстро вносить изменения в геометрию без необходимости перестраивать всё дерево построения.

Продвинутые инструменты для работы со сложными поверхностями позволяют создавать высококачественные модели с плавными переходами и точными формами. Особенно это важно при проектировании изделий, требующих высокого качества поверхностей.

Управление сборками реализовано на высоком уровне – программа эффективно работает с проектами, включающими тысячи компонентов. Интуитивно понятный навигатор сборок упрощает поиск и управление элементами.

Визуализация в NX достигается благодаря качественным инструментам рендеринга и реалистичным материалам.

Сложность освоения является существенным барьером для новых пользователей. Требуется значительное время на изучение всех возможностей программы.

Высокая стоимость лицензий и обслуживания делает продукт недоступным для небольших компаний и индивидуальных пользователей.

Системные требования довольно высоки, что накладывает определённые ограничения на используемое оборудование.

Проблемы совместимости иногда возникают при работе с файлами других CAD-систем, что может затруднить обмен данными.

Стабильность работы может давать сбои при обработке особо крупных проектов или сложных поверхностей.

Solidworks

Разработчик – Dassault Systemes.

Solidworks – это одна из самых популярных систем автоматизированного проектирования среднего класса, широко применяемая в машиностроении, приборостроении и других отраслях промышленности. Программа сочетает в себе интуитивно понятный интерфейс и мощный функционал для создания 3D-моделей и конструкторской документации.

Из сильных сторон можно отметить простоту освоения, которая является одним из ключевых преимуществ программы. Благодаря продуманному интерфейсу и обширной базе обучающих материалов, пользователи могут быстро освоить основные инструменты и начать работу.

Широкий функционал включает в себя инструменты для создания деталей, сборок и чертежей. Программа предлагает комплексные решения для проектирования, анализа и подготовки производства.

Визуализация и рендеринг позволяют создавать качественные фотореалистичные изображения и анимации.

Библиотеки компонентов значительно упрощают работу с типовыми элементами. Доступны базы стандартных деталей, крепежей и других конструктивных элементов.

Поддержка форматов обеспечивает совместимость с большинством популярных CAD-систем. Программа позволяет импортировать и экспортировать файлы различных форматов.

Из недостатков можно отметить системные требования, которые могут быть достаточно высокими при работе со сложными проектами. Ограничения при работе с особо крупными сборками могут проявляться в виде снижения производительности. Стоимость лицензий остается существенным фактором при выборе ПО.

AutoCAD

Разработчик – Autodesk.

AutoCAD представляет собой флагманскую систему автоматизированного проектирования, которая уже более 30 лет занимает лидирующие позиции на рынке САПР. Программа успешно применяется в различных отраслях промышленности.

Программа демонстрирует впечатляющую универсальность в решении проектных задач. Двумерное проектирование позволяет создавать точные и детальные чертежи любой сложности, а инструменты трёхмерного моделирования дают возможность визуализировать проекты в пространстве. Особое внимание уделяется работе с аннотациями, таблицами и внешними ссылками, что существенно упрощает процесс документирования.

AutoCAD обладает развитой системой параметрического проектирования, позволяющей автоматизировать создание стандартных элементов и спецификаций. Программа эффективно справляется с обработкой данных лазерного сканирования и поддерживает современные методы совместной работы над проектами.

Ключевым достоинством программы является её богатый инструментарий, позволяющий решать практически любые проектные задачи. Гибкая настройка интерфейса даёт возможность адаптировать рабочее пространство под конкретные потребности пользователя. Интеграционные возможности обеспечивают эффективный обмен данными с другими программными продуктами.

AutoCAD поддерживает широкий спектр отраслевых решений, что делает его незаменимым инструментом для специалистов различного профиля. Программа постоянно совершенствуется, получая новые функции и улучшения.

При работе с программой следует учитывать определённые особенности. Сложность освоения требует серьёзной подготовки и практического опыта. Для эффективной работы необходимо мощное компьютерное оборудование с современными характеристиками.

Стоимость лицензий является существенным фактором при внедрении программного обеспечения.

CAE-системы

Ansys

Разработчик – ANSYS.

Ansys представляет собой мощную универсальную систему для проведения инженерного анализа. Программа активно развивается на протяжении последних

десятилетий и завоевала признание специалистов в области автоматизированных инженерных расчётов.

Многодисциплинарный анализ позволяет решать сложные инженерные задачи в различных областях. Программа эффективно справляется с расчётами в механике твёрдого тела, гидрогазодинамике, теплопередаче, электродинамике и акустике.

Комплексный подход к решению задач обеспечивается возможностью проведения мультифизических расчётов. Система позволяет моделировать взаимодействие различных физических полей и процессов в рамках единого проекта.

Интеграция с CAD-системами обеспечивает удобную работу с геометрией. ANSYS поддерживает взаимодействие с ведущими системами проектирования.

Преимущества системы:

Точность расчётов достигается благодаря современным алгоритмам и обширной библиотеке конечных элементов. Программа позволяет получать достоверные результаты даже при моделировании сложных нелинейных процессов.

Гибкость настройки даёт возможность адаптировать систему под конкретные задачи исследования. Пользователи могут настраивать параметры расчёта, создавать собственные материалы и использовать параметрическое программирование.

Визуализация результатов реализована на высоком уровне. Система предоставляет широкие возможности для анализа и представления полученных данных в удобной форме.

Ограничения и особенности:

– Сложность освоения требует серьёзной подготовки от пользователей. Для эффективного использования программы необходимо глубокое понимание как физических процессов, так и принципов численного моделирования.

– Высокие требования к вычислительным ресурсам могут стать ограничением при работе с крупными проектами. Для проведения сложных расчётов требуется мощное оборудование.

ANSYS остаётся одним из ведущих инструментов инженерного анализа, предоставляя обширный набор возможностей для решения сложных технических задач.

NX CAE

Разработчик – Siemens PLM Software.

NX CAE представляет собой интегрированный набор инструментов инженерного анализа, разработанный компанией Siemens PLM Software. Система построена на базе мощного пре-постпроцессора NX Advanced FEM, который служит единой платформой для подключения различных расчетных модулей.

Основной функционал системы сосредоточен в трех ключевых модулях. NX Nastran обеспечивает проведение широкого спектра инженерных расчетов, включая анализ напряженно-деформированного состояния, расчет частот и форм колебаний, исследование устойчивости конструкций и решение задач теплопередачи.

Тепловой анализ реализуется через модуль NX Thermal, который позволяет учитывать все механизмы теплообмена. Расширенная версия NX Advanced Thermal предоставляет дополнительные инструменты для сложных тепловых расчетов.

Гидрогазодинамическое моделирование осуществляется с помощью NX Flow, который позволяет учитывать различные физические процессы, включая турбулентность и многофазные течения.

Преимущества системы:

Высокая производительность достигается благодаря современным алгоритмам расчета и возможности параллельной обработки задач. Система способна эффективно работать с крупномасштабными проектами.

Интеграционные возможности позволяют легко взаимодействовать с другими CAE-приложениями и системами проектирования. Бесшовная связь между модулями обеспечивает эффективный обмен данными в процессе расчета.

Гибкость настройки дает возможность адаптировать систему под конкретные задачи исследования. Пользователи могут настраивать параметры расчета и создавать собственные методики анализа.

Ограничения и особенности:

– Сложность освоения требует серьезной подготовки от специалистов. Для эффективного использования системы необходимо глубокое понимание как физических процессов, так и принципов численного моделирования.

– Высокие требования к вычислительным ресурсам могут стать ограничением при работе с особо крупными проектами. Для проведения сложных расчетов требуется мощное оборудование.

SIMULIA

Разработчик – Dassault Systemes.

SIMULIA представляет собой программный комплекс для инженерного моделирования и анализа, разработанный компанией Dassault Systemes. Система предназначена для решения сложных инженерных задач в различных отраслях промышленности, от автомобилестроения до аэрокосмической отрасли.

В основе функционала SIMULIA лежит набор инструментов для проведения междисциплинарных расчетов. Система использует передовые алгоритмы и решатели, обеспечивающие высокую точность результатов моделирования. Особое внимание уделяется структурному анализу, позволяющему оценивать прочность, деформацию и долговечность конструкций.

Важной особенностью является поддержка мультифизических расчетов, позволяющих исследовать взаимодействие различных физических явлений. SIMULIA справляется с моделированием сложных процессов, включая динамику жидкостей, теплопередачу и электромагнитные явления.

Система обладает вычислительными возможностями благодаря поддержке высокопроизводительных вычислений (HPC). Это позволяет решать задачи любой сложности, от анализа отдельных компонентов до моделирования целых систем. Интеграция с экосистемой Dassault Systemes обеспечивает взаимодействие с другими продуктами компании, такими как CATIA и ENOVIA.

SIMULIA предлагает развитые инструменты для работы с материалами и прогнозирования разрушений. Система позволяет точно моделировать поведение различных материалов при различных нагрузках, включая усталостные явления, разрушение и ползучесть.

Интуитивно понятный интерфейс упрощает выполнение сложных задач, а возможности автоматизации и настройки позволяют адаптировать систему под специфические требования пользователей.

Основным ограничением системы является её высокая стоимость, что делает её более подходящей для крупных предприятий. Внедрение SIMULIA требует значительных временных и ресурсных затрат на обучение персонала. Для эффективной работы необходима мощная вычислительная инфраструктура, особенно при решении крупномасштабных задач.

SIMULIA находит широкое применение в автомобильной промышленности, аэрокосмической отрасли, энергетическом секторе и др.

CAM-системы

NX CAM

Разработчик – Siemens PLM Software.

NX CAM представляет собой комплексное решение для подготовки управляющих программ станков с числовым программным управлением. Система разработана компанией Siemens PLM Software и является частью интегрированного пакета NX.

Основной функционал системы охватывает широкий спектр задач – от простого программирования фрезерных операций до сложной многоосевой обработки. Особое внимание уделяется технологии распознавания элементов (FBM), позволяющей сократить время программирования до 90%.

Технологические преимущества включают возможность работы с различными типами оборудования: от простых токарных станков до многофункциональных обрабатывающих центров. Система поддерживает 5-осевую обработку, адаптивное фрезерование и современные методы высокоскоростной обработки.

Интеграционные возможности обеспечивают бесшовную работу с CAD-данными и другими модулями NX. Это позволяет вести параллельное

проектирование, упрощает отслеживание изменений и минимизирует количество ошибок.

Внедрения требует тщательного планирования и подготовки персонала. Для эффективного использования системы необходимо обучение и накопление опыта работы с программным обеспечением.

Системные требования предполагают наличие современного компьютерного оборудования, особенно при работе со сложными проектами и многоосевой обработкой.

NX CAM представляет собой мощное решение для автоматизации производства, способное эффективно решать задачи различной сложности.

PowerMill

Разработчик – Autodesk.

PowerMill – это CAM-система, разработанная для создания управляющих программ станков с ЧПУ. Программа специализируется на высокоскоростной и многоосевой обработке, предлагая широкий спектр инструментов для решения сложных производственных задач.

Многоосевая обработка является основным направлением развития системы. PowerMill поддерживает 2D, 3D и 5-осевое фрезерование, позволяя эффективно решать задачи любой сложности. Особое внимание уделяется обработке сложных поверхностей и труднодоступных зон.

Высокоскоростная технология реализована через оптимизированные стратегии черновой и чистовой обработки. Система автоматически рассчитывает оптимальные траектории движения инструмента, обеспечивая стабильную нагрузку и высокую производительность.

Интеллектуальные функции включают автоматическое распознавание поверхностей, предотвращение столкновений и контроль качества обработки. Программа способна анализировать модель и предлагать оптимальные стратегии обработки.

Гибкость настройки проявляется в возможности создания пользовательских шаблонов, макросов и плагинов. Это позволяет адаптировать программу под специфические требования производства.

Ограничения и особенности:

- Сложность освоения требует от пользователей определённых навыков в области программирования ЧПУ и понимания технологических процессов.
- Системные требования предполагают наличие современного оборудования для эффективной работы с крупными проектами и многоосевой обработкой.

PowerMill представляет собой мощное решение для автоматизации производства, особенно эффективное при работе со сложными деталями и многоосевой обработкой.

CAPP-системы

Tecnomatix

Разработчик – Siemens PLM Software.

Tecnomatix – это интегрированный набор решений для оптимизации производственных процессов. Система позволяет создавать цифровые двойники производства и проводить виртуальное моделирование всех этапов производственного цикла.

Производственное моделирование осуществляется через модуль Plant Simulation, который позволяет анализировать и оптимизировать использование оборудования, логистику, материальные потоки и энергопотребление. Система помогает прогнозировать эффективность различных производственных сценариев.

Технологическое планирование реализуется с помощью Process Simulate, который создает виртуальные модели производственных процессов. Это позволяет проверять собираемость изделий, оптимизировать траектории перемещения деталей и исключать возможные столкновения элементов.

Преимущества системы:

- оптимизация процессов достигается за счет возможности моделирования и анализа производственных операций в виртуальной среде. Это позволяет выявлять узкие места и улучшать эффективность до запуска производства;
- управление качеством обеспечивается модулями для расчета размерных цепей и анализа допусков. Система помогает контролировать точность сборки и предотвращать возможные проблемы на этапе проектирования;
- эргономичность производства поддерживается инструментами для анализа рабочих мест и условий труда. Цифровые манекены позволяют оценивать удобство операций и безопасность производственных процессов.

Ограничения и особенности:

- сложность внедрения требует тщательной подготовки и обучения персонала. Для эффективного использования системы необходимо глубокое понимание производственных процессов и принципов моделирования;
- интеграционные требования предполагают тесную связь с системами PLM, что может создавать дополнительные сложности при внедрении.

Средства управления процессами организации

MES-системы

SIEMENS SIMATIC IT

Разработчик – Siemens PLM Software.

SIMATIC IT – MES-система, предназначенная для комплексного управления производственными процессами. Система позволяет интегрировать производственные и деловые процессы, обеспечивая координацию всех производственных ресурсов предприятия.

Производственное моделирование осуществляется через модуль SIMATIC IT Production Suite, который создает полную модель производства с учетом всех информационных потоков. Система позволяет управлять заказами, материалами, персоналом и производственным оборудованием.

Центральным компонентом является возможность получения данных в реальном времени с ERP-систем и уровня автоматизации. Дополнительные модули расширяют функциональность системы: SIMATIC IT Historian отвечает за сбор и хранение технологических данных; SIMATIC IT Unilab управляет лабораторными процессами; SIMATIC IT Interspec контролирует спецификации продукции.

Преимущества системы:

- гибкость управления достигается благодаря модульной архитектуре и возможности адаптации под конкретные задачи производства. Система позволяет быстро реагировать на изменения рыночных требований и оптимизировать производственные процессы;
- прозрачность процессов обеспечивается за счет возможности моделирования даже самых сложных производственных структур. Все процессы остаются независимыми от реальных систем управления, что упрощает их анализ и оптимизацию;
- стандартизация решений позволяет применять лучшие практики управления на всех производственных площадках предприятия, что повышает общую эффективность.

Ограничения и особенности:

- сложность внедрения требует тщательного планирования и подготовки персонала. Для эффективного использования системы необходимо глубокое понимание производственных процессов и принципов работы MES-систем;
- интеграционные требования предполагают тесную связь с другими корпоративными системами, что может создавать сложности при внедрении.

ERP-системы

SAP ERP

Разработчик – SAP SE.

SAP ERP – это система планирования ресурсов предприятия, которая объединяет все ключевые бизнес-процессы организации в единую информационную среду.

Финансовый менеджмент включает инструменты для управления бухгалтерским учётом, контролем затрат, бюджетированием и финансовым планированием. Система обеспечивает полную прозрачность финансовых операций и соответствие нормативным требованиям.

Логистические процессы охватывают управление цепочкой поставок, складским хозяйством, закупками и продажами. Система позволяет оптимизировать материальные потоки и контролировать запасы в режиме реального времени.

Управление персоналом реализуется через комплексные инструменты для кадрового учёта, расчёта заработной платы, оценки эффективности и развития сотрудников.

Производственный блок обеспечивает планирование и контроль производственных процессов, управление качеством и ресурсами производства.

Клиентские отношения поддерживаются модулем CRM, который интегрирует данные о клиентах и улучшает взаимодействие с ними на всех этапах сотрудничества.

Преимущества системы:

- интегрированный подход обеспечивает единую точку доступа ко всем данным предприятия и исключает дублирование информации;
- оперативность управления достигается благодаря доступу к актуальной информации в режиме реального времени;
- автоматизация процессов позволяет минимизировать рутинные операции и снизить вероятность ошибок;
- масштабируемость решения даёт возможность адаптировать систему под потребности компании любого размера;
- аналитические инструменты предоставляют расширенные возможности для прогнозирования и принятия управленческих решений.

Ограничения и особенности:

- высокая стоимость внедрения включает затраты на лицензии, настройку и обучение персонала;
- сложность внедрения требует тщательного планирования и может занять продолжительное время;
- необходимость обучения персонала связана с комплексностью системы и спецификой работы с ней;
- системные требования предполагают наличие мощного ИТ-инфраструктуры для эффективной работы.

CRM-системы

HubSpot CRM

Разработчик – HubSpot.

HubSpot CRM – это платформа для управления взаимоотношениями с клиентами, объединяющая функции маркетинга, продаж и поддержки в единой системе. Платформа предназначена для компаний любого размера, от стартапов до крупных предприятий.

Управление контактами включает ведение базы клиентов, организаций и сделок с возможностью добавления пользовательских полей и отслеживания активности. Система позволяет хранить полную историю взаимодействия с клиентами, включая звонки, письма и встречи.

Автоматизация маркетинга предоставляет инструменты для создания рабочих процессов, сегментации аудитории и запуска персонализированных кампаний.

Интеграционные возможности обеспечиваются открытым API и поддержкой сотен сторонних сервисов. Платформа легко соединяется с популярными инструментами: почтовыми сервисами, социальными сетями, системами электронной коммерции, платформами для автоматизации.

Преимущества системы:

- удобный интерфейс обеспечивает простую навигацию и интуитивно понятное управление всеми функциями системы;

- бесплатный доступ позволяет малым командам использовать базовые функции без начальных вложений;
- обучающие ресурсы включают обширную базу знаний и HubSpot Academy для повышения квалификации пользователей;
- аналитика и отчётность предоставляют инструменты для отслеживания эффективности маркетинговых кампаний и продаж.

Ограничения и особенности:

- технические проблемы иногда возникают из-за сбоев в работе платформы и проблем с производительностью;
- стоимость расширений может существенно возрасти при переходе на премиальные тарифы;
- ограничения для крупного бизнеса делают систему менее эффективной для компаний с большим отделом продаж и маркетинга;
- поддержка клиентов иногда вызывает нарекания по качеству обслуживания.

Отраслевое прикладное ПО

ПО для управления полетами

PX4

Разработчик – Dronecode Foundation.

PX4 представляет собой открытую систему управления для беспилотных летательных аппаратов, разработанную с использованием современных технологий и методологий программирования. Система активно развивается и поддерживается международным сообществом разработчиков.

Модульная структура PX4 обеспечивает высокую гибкость настройки под конкретные задачи. Благодаря продуманной архитектуре система позволяет легко расширять функционал, интегрировать внешние компоненты и поддерживать высокий уровень надежности в работе.

В основе системы лежит комплексный набор программных модулей, включающий основной блок управления полетом, навигационный стек для обработки

данных с сенсоров, контроллер моторов, коммуникационный модуль для взаимодействия с внешними устройствами и системный монитор для контроля состояния всей системы.

Система обладает спектром базовых функций, включающих стабилизацию полета, удержание высоты, позиционное управление, автоматический взлет и посадку, а также возврат в точку старта. Расширенный функционал представлен возможностью автоматического выполнения миссий, обходом препятствий, геопозиционированием, слежением за объектами и автономной навигацией.

PX4 поддерживает различные типы летательных аппаратов, включая мультикоптеры, самолеты, вертолеты, роверы и даже подводные аппараты. Система совместима с широким спектром сенсоров: от базовых IMU и GPS до современных лидаров, камер и ультразвуковых датчиков.

Ключевыми достоинствами системы являются открытый исходный код, активное сообщество разработчиков, регулярные обновления, высокая производительность и кроссплатформенность. Модульная архитектура в сочетании с обширной документацией делает систему привлекательной для профессиональных разработчиков.

Несмотря на преимущества, система имеет определенные ограничения. Настройка PX4 требует глубоких технических знаний, а работа с системой предполагает наличие опыта в области управления беспилотными аппаратами. Кроме того, система предъявляет высокие требования к аппаратной платформе.

PX4 находит широкое применение в различных областях. Система успешно используется в научных исследованиях, промышленном мониторинге, сельскохозяйственных работах, поисково-спасательных операциях, картографии и логистических задачах.

Развитие системы идет по нескольким ключевым направлениям. Акцент делается на интеграцию искусственного интеллекта, совершенствование алгоритмов навигации, развитие систем компьютерного зрения, расширение поддержки новых типов аппаратов и повышение энергоэффективности.

Система обладает возможностями для интеграции с другими платформами. PX4 поддерживает взаимодействие с ROS, MATLAB/Simulink, QGroundControl, MAVlink и различными протоколами связи, что делает её универсальным инструментом для создания комплексных беспилотных систем.

ArduPilot

Разработчик – ArduPilot Development Team and Community.

ArduPilot представляет собой одну из наиболее зрелых и проверенных систем управления для БАС с открытым исходным кодом. Система разрабатывается с акцентом на универсальность применения и широкую совместимость с различными типами беспилотных платформ.

Система построена на основе многоуровневой архитектуры, где специализированный код для конкретных транспортных средств работает совместно с общей библиотечной частью. Такая структура обеспечивает четкое разделение ответственности между компонентами и упрощает разработку новых функций.

Система поддерживает широкий спектр режимов полета, включая автоматическое управление различными типами аппаратов, обработку данных с множества датчиков, выполнение предварительно заданных миссий, стабилизацию полета и удержание позиции. Особое внимание уделяется функциям возврата в точку старта и геопозиционированию.

ArduPilot совместимо с различными типами БАС, включая мультикоптеры, самолеты, вертолеты, роверы и подводные аппараты. Система успешно работает с популярными контроллерами, такими как Pixhawk и Mateksys, а также совместима с платформами Raspberry Pi при использовании модуля Navio2.

Универсальность применения является одним из ключевых достоинств ArduPilot. Система отличается широкой совместимостью с оборудованием, развитой системой безопасности и поддержкой множества наземных станций управления. Обширная документация и активное сообщество разработчиков делают процесс внедрения более простым.

В системе реализованы эффективные меры защиты, включающие проверку источника управляющих команд, ограничение на работу с одной наземной станцией и контроль целостности данных. Это обеспечивает высокий уровень безопасности при эксплуатации.

ArduPilot находит широкое применение в различных сферах деятельности. Система успешно используется как в любительских проектах, так и в профессиональных коммерческих решениях. Она активно применяется в научных исследованиях, промышленном применении и сельскохозяйственных работах.

Система поддерживает взаимодействие с различными компонентами, включая наземные станции управления, внешние датчики и специализированное программное обеспечение. Протокол MAVlink обеспечивает надежное взаимодействие между всеми элементами системы.

Благодаря открытому коду и активной работе сообщества разработчиков система постоянно совершенствуется. Регулярные обновления расширяют функционал и улучшают стабильность работы. Активное развитие поддерживается за счет постоянного обмена опытом между участниками сообщества.

Симуляторы БАС

DJI Flight Simulator

Разработчик – DJI

DJI Flight Simulator – ПО для обучения пилотов управлению дронами. Программа позволяет пользователям осваивать навыки пилотирования в безопасной виртуальной среде, имитируя реальные условия полёта.

Программа отличается продвинутым физическим движком, который точно воспроизводит поведение дронов DJI в различных условиях. Пользователи могут выбирать из нескольких режимов полёта, включая нормальный и спортивный режимы, а также настраивать различные точки обзора для максимального погружения в процесс.

Система обучения построена по принципу от простого к сложному. Программа включает базовые учебные модули, практические задания и тесты для отработки навыков. Особое внимание уделяется реалистичному взаимодействию с окружающей средой, включая эффекты ветра и столкновения.

Программа поддерживает подключение пультов управления ДП и игровых контроллеров, что обеспечивает максимальное сходство с реальным управлением дроном.

Главным преимуществом симулятора является возможность безопасного обучения без риска повреждения оборудования. Пользователи могут тренироваться в любое удобное время, отрабатывая как базовые манёвры, так и сложные профессиональные задачи. Программа также предоставляет детальную статистику выполнения заданий.

Симулятор ориентирован на широкий круг пользователей: от начинающих пилотов, желающих освоить базовые навыки, до опытных операторов, стремящихся улучшить свои профессиональные качества. Особенно полезен инструмент для учебных заведений, организующих курсы по управлению дронами.

В сравнении с аналогичными продуктами DJI Flight Simulator выделяется глубокой интеграцией с экосистемой DJI, высокой реалистичностью симуляции и качественным образовательным контентом. Программа предлагает пользователям возможность отрабатывать специфические рабочие сценарии, такие как инспекция линий электропередач или поисково-спасательные операции.

DRL Simulator

Разработчик – Drone Racing League.

DRL Simulator – симулятор разработан для обучения пилотов и энтузиастов гонок БАС.

Программа предлагает пользователям обширный набор возможностей, включая реалистичную физику полёта гоночных дронов. В симуляторе доступны разнообразные трассы и арены для соревнований, режимы одиночной и многопользовательской игры.

Система обучения построена таким образом, чтобы помочь пользователям постепенно развивать навыки пилотирования. Начинающие пилоты могут освоить базовые манёвры на простых трассах, а опытные гонщики – совершенствовать свои техники на сложных гоночных маршрутах.

Для оптимальной работы симулятора требуется современное компьютерное оборудование. Программа совместима с различными контроллерами, включая игровые джойстики и специализированные FPV-контроллеры.

DRL Simulator обладает рядом преимуществ. Прежде всего, это высокая реалистичность симуляции, позволяющая максимально точно воспроизвести поведение дрона в воздухе. Программа даёт возможность тренироваться без риска повреждения оборудования, предоставляет доступ к профессиональным гоночным трассам и поддерживает активное сообщество пользователей.

Симулятор ориентирован на широкую аудиторию. Он будет полезен начинающим пилотам, желающим освоить FPV-полёты, любителям гоночных симуляторов, профессиональным гонщикам, готовящимся к соревнованиям, а также всем энтузиастам дронов, интересующимся высокоскоростным пилотированием.

Фотограмметрическое ПО

Pix4Dmapper

Разработчик – Pix4D.

Pix4Dmapper – ПО для обработки данных аэрофотосъёмки и создания высокоточных 3D-моделей местности. Программа предназначена для специалистов в области геодезии, строительства, сельского хозяйства и других отраслей, где требуется проведение точной фотограмметрической обработки.

Программа обеспечивает комплексную обработку данных, включая автоматическую обработку больших наборов фотографий, создание ортофотопланов высокой точности и построение детализированных 3D-моделей объектов. Особое внимание уделяется измерительным функциям, позволяющим определять расстояния, площади и объёмы с высокой степенью точности.

В основе работы Pix4Dmapper лежат алгоритмы обработки изображений, обеспечивающие высокую точность результатов. Программа эффективно работает с данными от различных типов дронов и камер, поддерживает интеграцию с GPS-данными для повышения точности позиционирования.

Программное обеспечение отличается интуитивно понятным интерфейсом и высокой скоростью обработки данных. Важным преимуществом является возможность работы с различными типами камер и поддержка облачных вычислений, что значительно расширяет возможности пользователей.

Pix4Dmapper ориентирован на широкий круг специалистов: от геодезистов и картографов до агрономов и исследователей. Программа активно используется компаниями, занимающимися инвентаризацией территорий и проведением топографической съемки.

Программа выделяется на рынке благодаря высокой точности результатов и возможности обработки данных с различных платформ съемки. Наличие обширной документации, активная поддержка пользователей и регулярные обновления делают продукт привлекательным для профессионалов.

Pix4Dmapper успешно взаимодействует с различными типами дронов и камер, поддерживает работу с GPS-приемниками и интегрируется с популярными ГИС-системами. Программа совместима с форматами данных CAD, что расширяет возможности ее применения.

Разработчики постоянно совершенствуют алгоритмы обработки, расширяют функционал и оптимизируют производительность программы. Планируется добавление новых форматов данных и улучшение существующих инструментов.

7.2. Зарубежные разработчики ПО для задач сферы БАС

Разработчики Раздела ПО «Операционные системы»

	Операционные системы
Microsoft Corporation	+
Google LLC	+

Разработчики Раздела ПО «Офисные приложения»

	«Коммуникационное ПО»	«Офисные пакеты»	«Почтовые приложения»	«Браузеры»
Zoom Communications	+			
Microsoft Corporation	+	+	+	+
Google LLC	+	+	+	+
The Document Foundation		+		
Mozilla Corporation				+

Разработчики Раздела ПО «Промышленное ПО»

	«PLM-системы»	«CAD-системы»	«CAE- системы»	«CAM- системы»	«CAPP-системы»
Siemens PLM Software	+	+	+	+	+
Autodesk		+	+	+	
Dassault Systemes	+	+	+	+	+
ANSYS			+		

Разработчики Раздела ПО «Средства управления процессами организации»

	«MES- системы»	«ERP- системы»	«CRM-системы»
Siemens PLM Software	+		
SAP SE		+	
HubSpot			+

Разработчики Раздела ПО «Отраслевое прикладное программное обеспечение»

	«ПО для управления полетами»	«Симуляторы БАС»	«Фотограмметрическое ПО»
Разработчики БАС	+		
DJI		+	
Drone Racing League		+	
Pix4			+

7.3. Технологии, применяемые в разработке зарубежного ПО в сфере БАС

В современной разработке ПО ключевую роль играют передовые технологии и инновационные подходы. На первый план выходит применение ИИ и машинного обучения, которые активно внедряются в различные классы ПО.

Значительный прогресс наблюдается в области облачных технологий, позволяющих создавать масштабируемые и гибкие решения. Параллельно развивается блокчейн, открывающий новые возможности для безопасного выполнения контрактов и транзакций.

В сфере программирования особую популярность приобрели такие языки как Python и JavaScript, при этом наблюдается растущий интерес к более современным решениям – Rust, Go и Kotlin. Разработчики всё чаще обращаются к созданию нативных приложений, оптимизированных под конкретные платформы для достижения максимальной производительности.

Инновационные подходы в разработке включают создание прогрессивных веб-приложений, объединяющих преимущества традиционных сайтов и мобильных приложений. Активно развивается направление IoT, требующее специализированного ПО для миллионов подключенных устройств. Важную роль играют технологии пограничных вычислений, позволяющие обрабатывать данные непосредственно в месте их создания.

Методологии разработки также претерпели существенные изменения. Agile-подход стал стандартом индустрии, включая такие фреймворки как Scrum и Kanban. Особую популярность приобрели платформы low-code и no-code, позволяющие создавать приложения без глубоких знаний программирования.

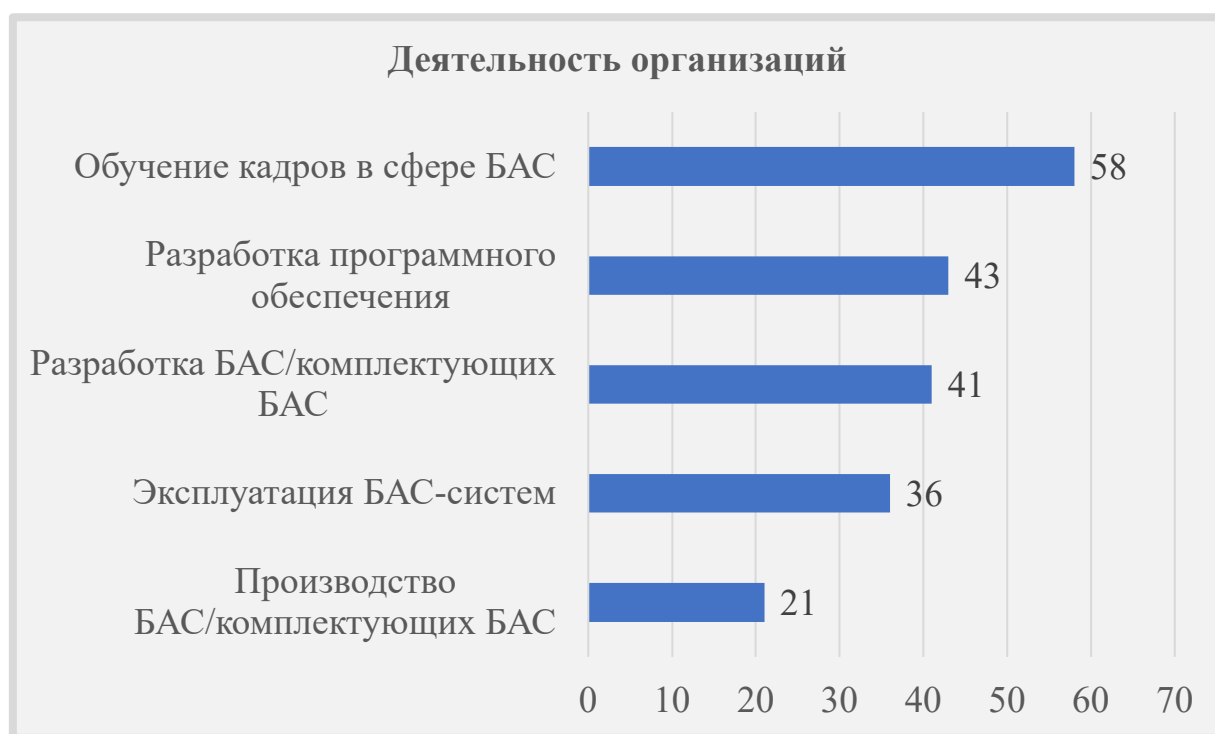
Особое внимание современные разработчики уделяют пользовательскому опыту (UX). Создание интуитивно понятных интерфейсов и удобных решений становится ключевым фактором успеха продукта на международном рынке. Компании стремятся учитывать культурные особенности и потребности пользователей из разных стран, что требует комплексного подхода к разработке и тестированию программного обеспечения.

8. Анализ потребностей пользователей и условий внедрения

8.1. Источники данных: анкетирование, интервью, аналитические обзоры

В рамках проведения аналитического исследования был проведен опрос участников отрасли по разделам ПО: Системное ПО, Офисные приложения, Промышленное ПО, Средства управления процессами организации. Целью опроса было получения достоверной информации об использовании программного обеспечения при выполнении различных задач в отрасли БАС. В опросе приняли участие 99 организаций:

- 41 организация Разработка БАС/комплектующих БАС;
- 21 организация Производство БАС/комплектующих БАС;
- 36 организаций Эксплуатация БАС-систем;
- 58 организаций Обучение кадров в сфере БАС;
- 43 организаций Разработка программного обеспечения.



Операционные системы

Анализ распространенности операционных систем на основе голосования

Windows демонстрирует абсолютное лидерство с 89 голосами, что подтверждает её доминирующее положение на рынке.

Linux занимает второе место с 59 голосами, показывая значительную поддержку среди участников голосования.

Astra Linux получила 30 голосов, что свидетельствует о её востребованности в определенных пользовательских группах.

Android набрал 14 голосов, отражая его популярность в мобильной среде.

РЕД ОС поддержана 10 голосами, демонстрируя умеренную распространенность.

ALT Linux и macOS получили одинаковое количество голосов — 9, что указывает на сопоставимый уровень поддержки этих систем среди участников.

Наименьшее количество голосов (3 голоса) зафиксировано у категории «Иная ОС» (FreeRTOS, FreeBSD), что говорит о нишевом характере данных систем.



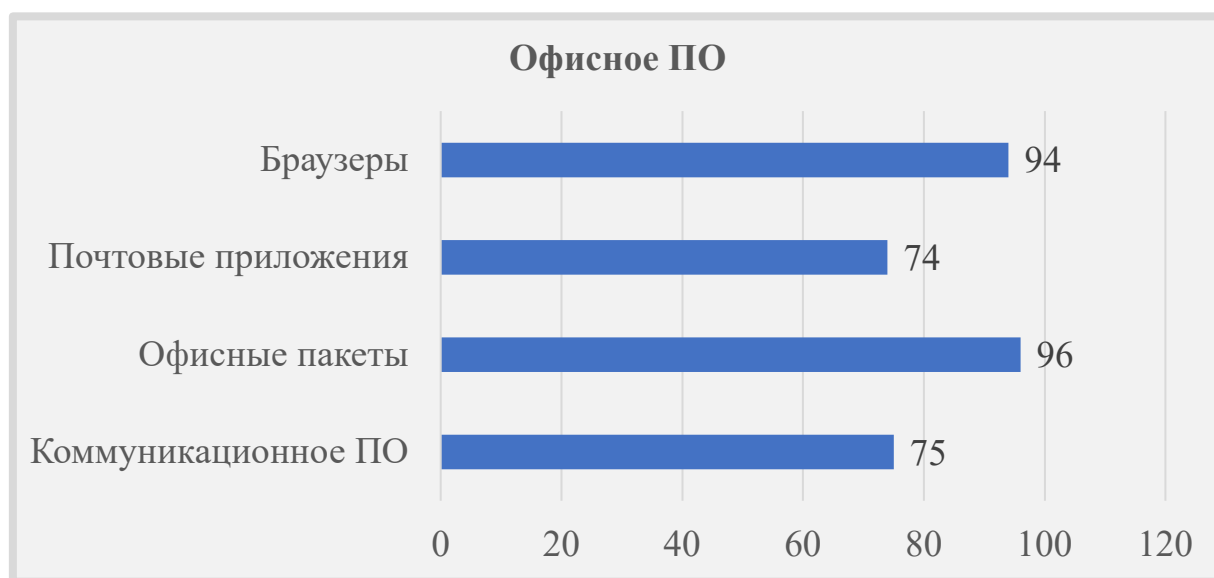
Преобладающее большинство респондентов (59 голосов) отметили, что имеют опыт работы с отечественными операционными системами



Офисное программное обеспечение

Анализ данных показал, что офисные пакеты стали стандартом для современного бизнеса – их применяют 96 компаний из числа опрошенных. Не менее востребованными оказались браузеры: 94 организации не представляют свою работу без этих инструментов.

Коммуникационное программное обеспечение и почтовые приложения также прочно вошли в офисный арсенал, хотя и демонстрируют чуть более скромные показатели. Первое решение внедрено в 75 компаниях, второе – в 74 организациях. Эти цифры свидетельствуют о том, что данные инструменты остаются важными элементами корпоративной инфраструктуры.

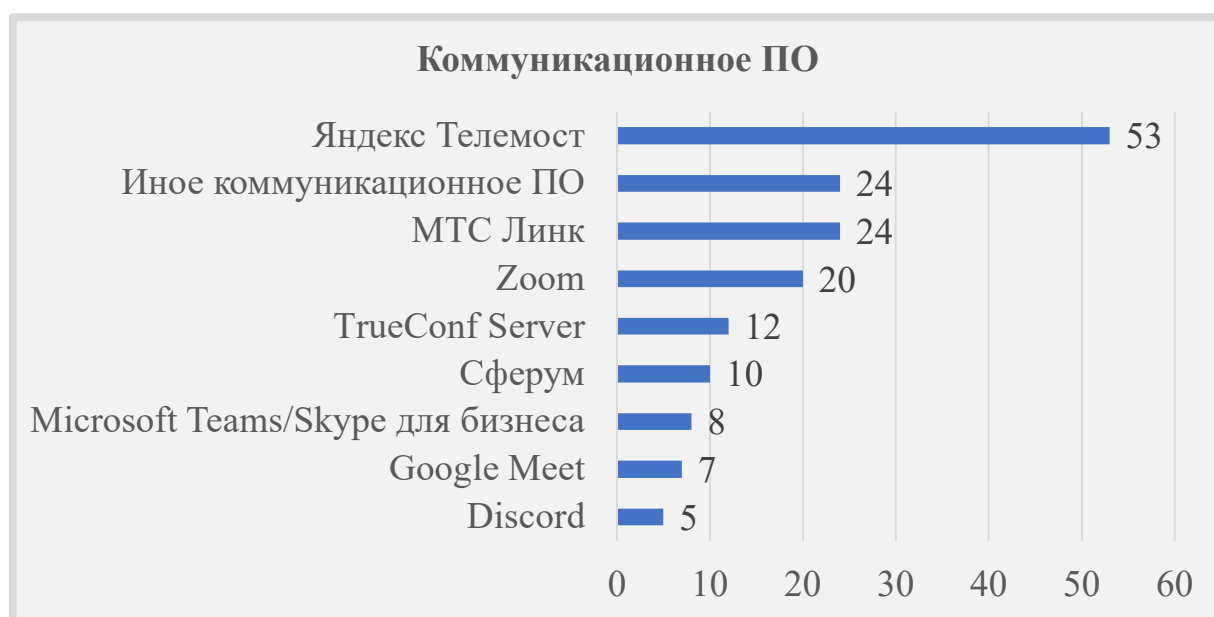


Коммуникационное ПО

Исследование выявило явного лидера среди коммуникационных платформ – Яндекс Телемост получил поддержку 53 голосов, что почти вдвое превышает показатели других решений.

На втором месте по популярности находится МТС Линк с 24 голосами, показав такой же результат, как и категория «Иное коммуникационное ПО» (BigBlueButton; Контур.Толк; SaluteJazz). Zoom занял заметную долю с 20 голосами, демонстрируя устойчивый спрос на это решение.

TrueConf Server получил поддержку 12 голосов, что говорит о наличии существенной группы пользователей, предпочитающих это решение. Сферум выбрали 10 компаний, а Microsoft Teams/Skype для бизнеса и Google Meet получили 8 и 7 голосов соответственно. Наименьшее количество голосов (5 голосов) набрал Discord, что указывает на его ограниченное использование в корпоративном сегменте.



В ходе опроса 75 участников 61 голос убедительно показал, что принципиальных различий между отечественными и зарубежными коммуникационными программами не существует. 14 голосов составили противоположное мнение, что существенно меньше основной группы респондентов.



Офисные пакеты

Анализ использования офисных пакетов:

Исследование выявило абсолютного лидера рынка – Microsoft Office, который получил поддержку 85 голосов, значительно опережая все остальные решения.

На втором месте по популярности находится LibreOffice с 31 голосом, демонстрируя устойчивый спрос на бесплатное открытое решение. Google Docs занял заметную долю с 23 голосами, что подтверждает востребованность облачных офисных решений.

Яндекс 360 получил поддержку 20 голосов, показывая растущий интерес к российским облачным сервисам. Р7-Офис и МойОфис набрали 16 и 15 голосов соответственно, демонстрируя присутствие отечественных разработок на рынке.

Наименьшее количество голосов (4 голоса) получил вариант «Иной офисный пакет» (MacOS (Numbers, Pages, Keynote); OpenOffice; OnlyOffice), что указывает на относительно небольшое количество компаний, использующих нестандартные решения.



В результате опроса 98 участников 56 голосов убедительно продемонстрировали, что принципиальных различий в использовании отечественных и иностранных офисных пакетов не существует. 42 голоса высказались за наличие таких различий, что составляет меньшую часть от общего числа респондентов.



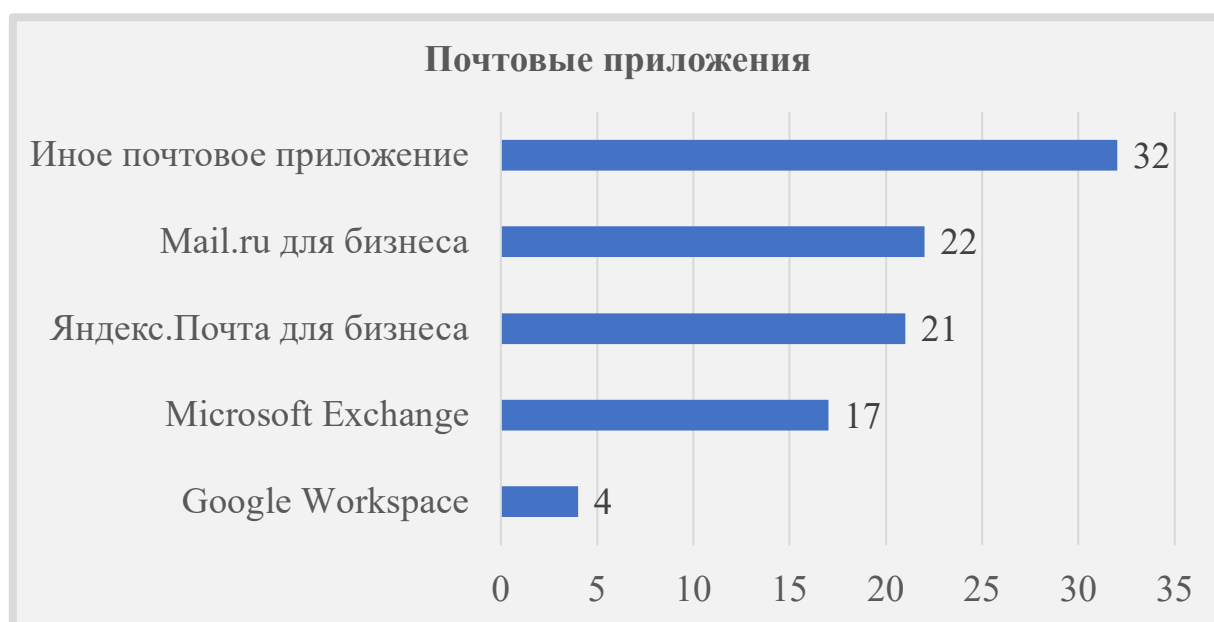
Почтовые приложения

Анализ использования почтовых приложений:

Исследование показало, что наибольшее количество голосов (32 голоса) получила категория «Иное почтовое приложение» (Thunderbird; Zimbra; Roundcube Webmail; и др.), что указывает на разнообразие решений в этой сфере.

На втором месте по популярности находится Mail.ru для бизнеса с 22 голосами, демонстрируя значительный интерес к этому решению. Яндекс.Почта для бизнеса получил поддержку 21 голоса, что говорит о высокой востребованности отечественного сервиса.

Microsoft Exchange набрал 17 голосов, показывая стабильное присутствие на рынке корпоративных почтовых решений. Наименьшее количество голосов (4 голоса) получил Google Workspace, что указывает на относительно небольшое использование этого решения в компаниях.



В опросе 74 участников 64 голоса однозначно показали, что принципиальных различий в использовании отечественных и зарубежных почтовых приложений не существует. 10 голосов составили противоположное мнение, что существенно меньше основной группы респондентов.



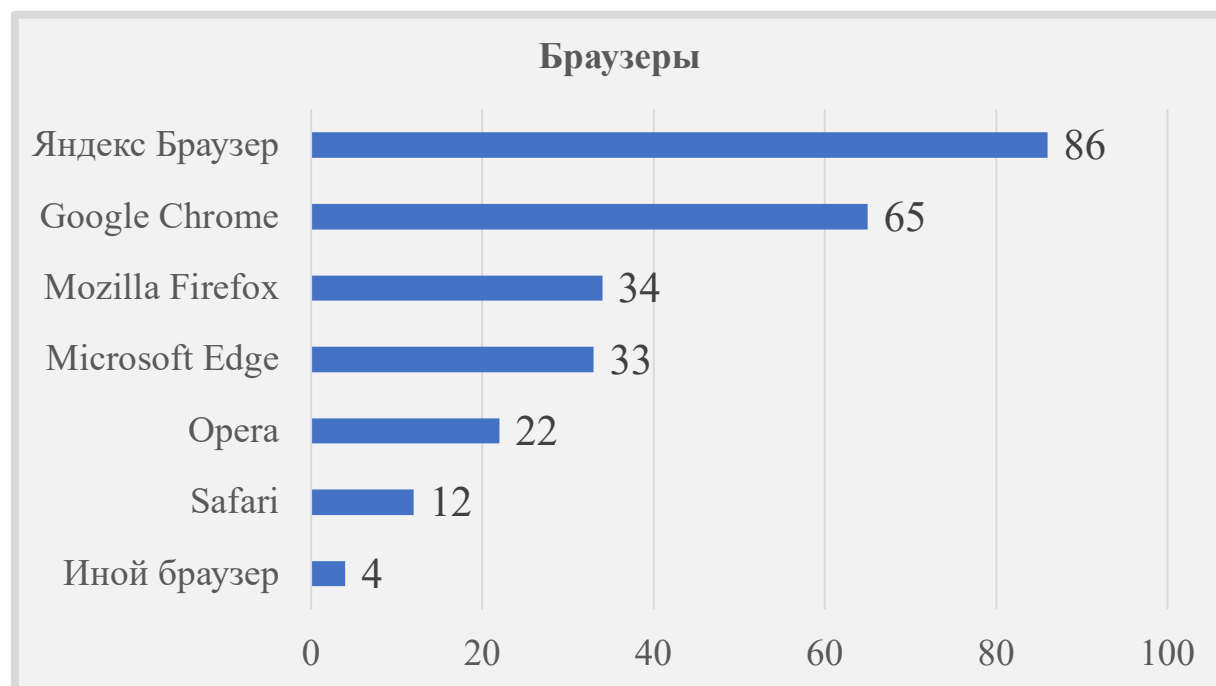
Браузеры

Анализ использования браузеров в компаниях:

Исследование выявило явного лидера среди браузеров – Яндекс Браузер получил поддержку 86 голосов, что значительно превышает показатели всех остальных решений.

На втором месте находится Google Chrome с 65 голосами, демонстрируя высокий уровень использования этого браузера в корпоративном сегменте. Mozilla Firefox получил 34 голоса, а Microsoft Edge – 33 голоса, показывая сопоставимый уровень популярности этих решений.

Opera набрал 22 голоса, что говорит о наличии существенной группы пользователей, предпочитающих этот браузер. Safari получил поддержку 12 голосов, а категория «Иной браузер» (Chromium; GOST; Brave, Slimjet) – всего 4 голоса.



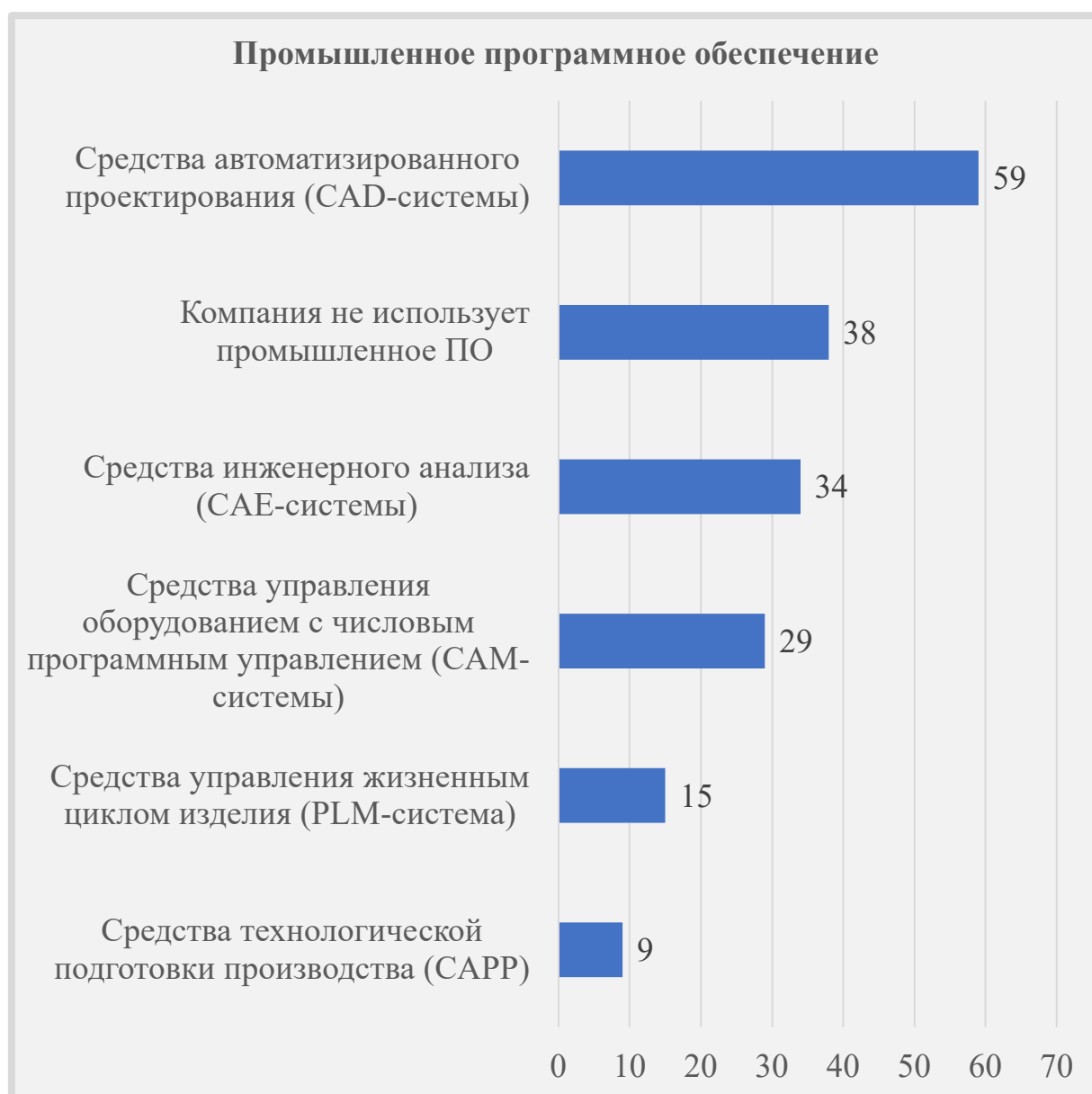
В опросе 94 участников 87 голосов убедительно продемонстрировали отсутствие принципиальных различий в использовании отечественных и зарубежных браузеров. Лишь 7 голосов высказались за наличие таких различий, что является незначительной долей от общего числа респондентов.



Промышленное ПО

Анализ данных показал, что САД-системы стали ключевым инструментом для современных производственных компаний – их используют 59 организаций из числа опрошенных. Не менее востребованными оказались САЕ-системы: 34 предприятия внедрили решения для инженерного анализа.

САМ-системы также прочно вошли в производственный процесс, хотя и демонстрируют чуть более скромные показатели – их применяют 29 организаций. PLM-системы внедрены в 15 организациях, а САРР-системы используют 9 предприятий. 38 организаций из опрошенных не используют промышленное ПО.

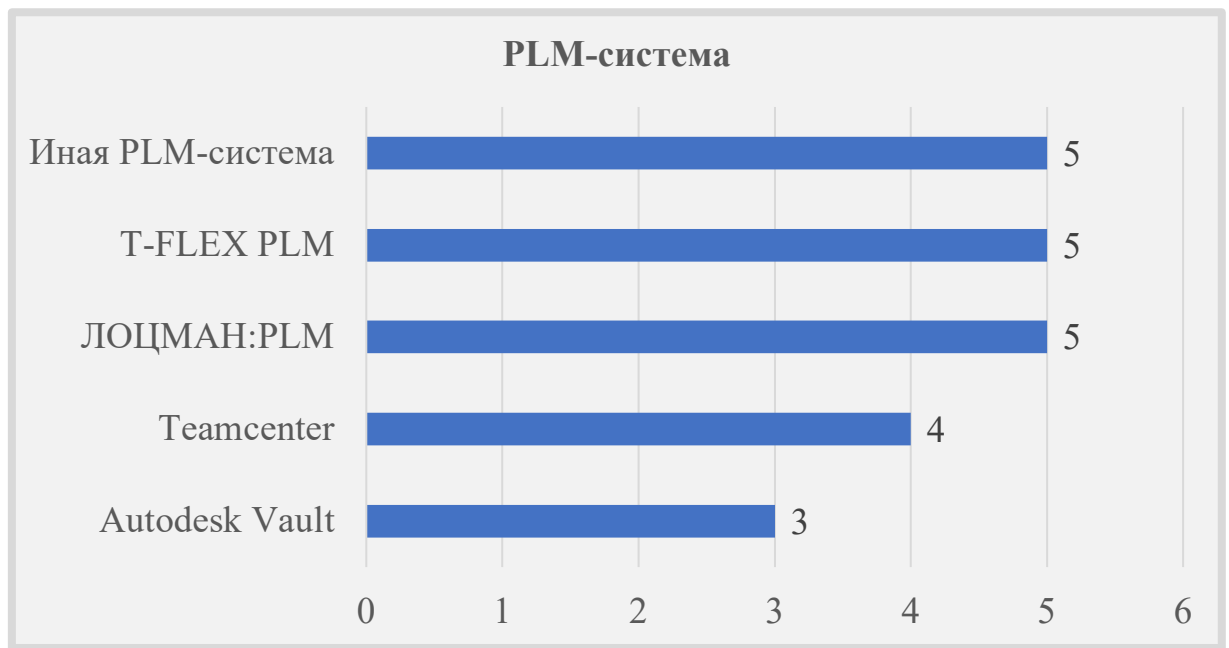


PLM-системы

Анализ использования PLM-систем

Исследование показало относительно равномерное распределение предпочтений среди представленных PLM-систем. Наибольшее количество голосов (по 5 голосов) получили ЛОЦМАН:PLM, T-FLEX PLM и категория «Иная PLM-система» (КСУОД.Платформа; IPS Интермех; 1С; Союз PLM; IPS (intermech solution).

Teamcenter получил поддержку 4 голосов, демонстрируя стабильное присутствие на рынке. Autodesk Vault оказался наименее популярным решением с 3 голосами.



В опросе 15 участников 10 голосов указали на отсутствие принципиальных различий в использовании отечественных и зарубежных PLM-систем. 5 голосов составили противоположное мнение, что примерно вдвое меньше основной группы респондентов.



CAD-системы

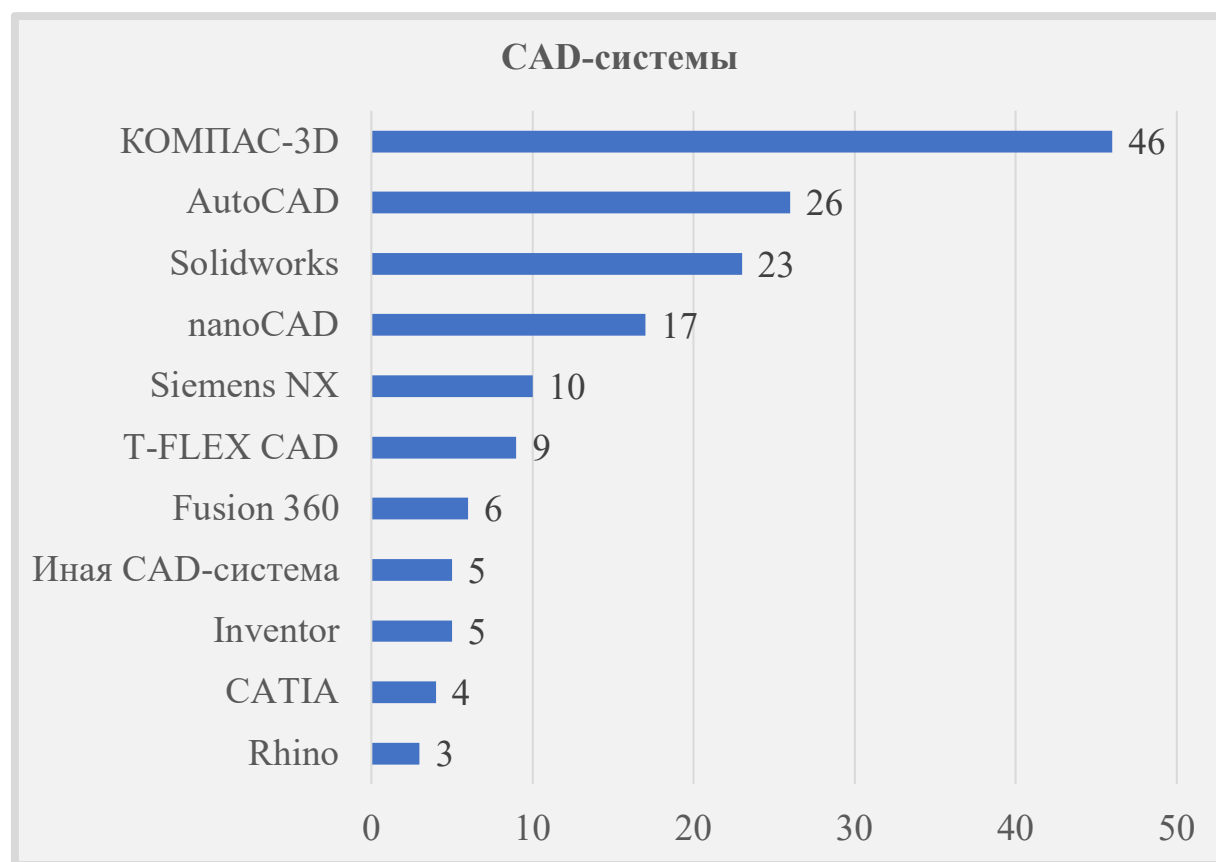
Анализ использования CAD-систем:

Исследование выявило явного лидера среди CAD-систем – КОМПАС-3D получил поддержку 46 голосов, значительно опережая все остальные решения.

На втором месте находится AutoCAD с 26 голосами, демонстрируя устойчивую позицию на рынке. SolidWorks получил 23 голоса, показывая высокий спрос на это решение.

nanoCAD набрал 17 голосов, что говорит о наличии существенной группы пользователей, предпочитающих эту систему. Siemens NX получил поддержку 10 голосов, а T-FLEX CAD – 9 голосов.

Fusion 360 набрал 6 голосов, категория «Иная CAD-система» (EasyEDA; СПДС GraphiCS; Altium Designer; Model Studio CS, Renga) – 5 голосов. Inventor получил 5 голосов, CATIA – 4 голоса, а Rhino оказался наименее популярным с 3 голосами.



В опросе 59 участников 38 голосов показали, что принципиальных различий в использовании отечественных и зарубежных CAD-систем не существует.

21 голос высказался за наличие таких различий, что составляет меньшую, но значительную часть от общего числа респондентов.



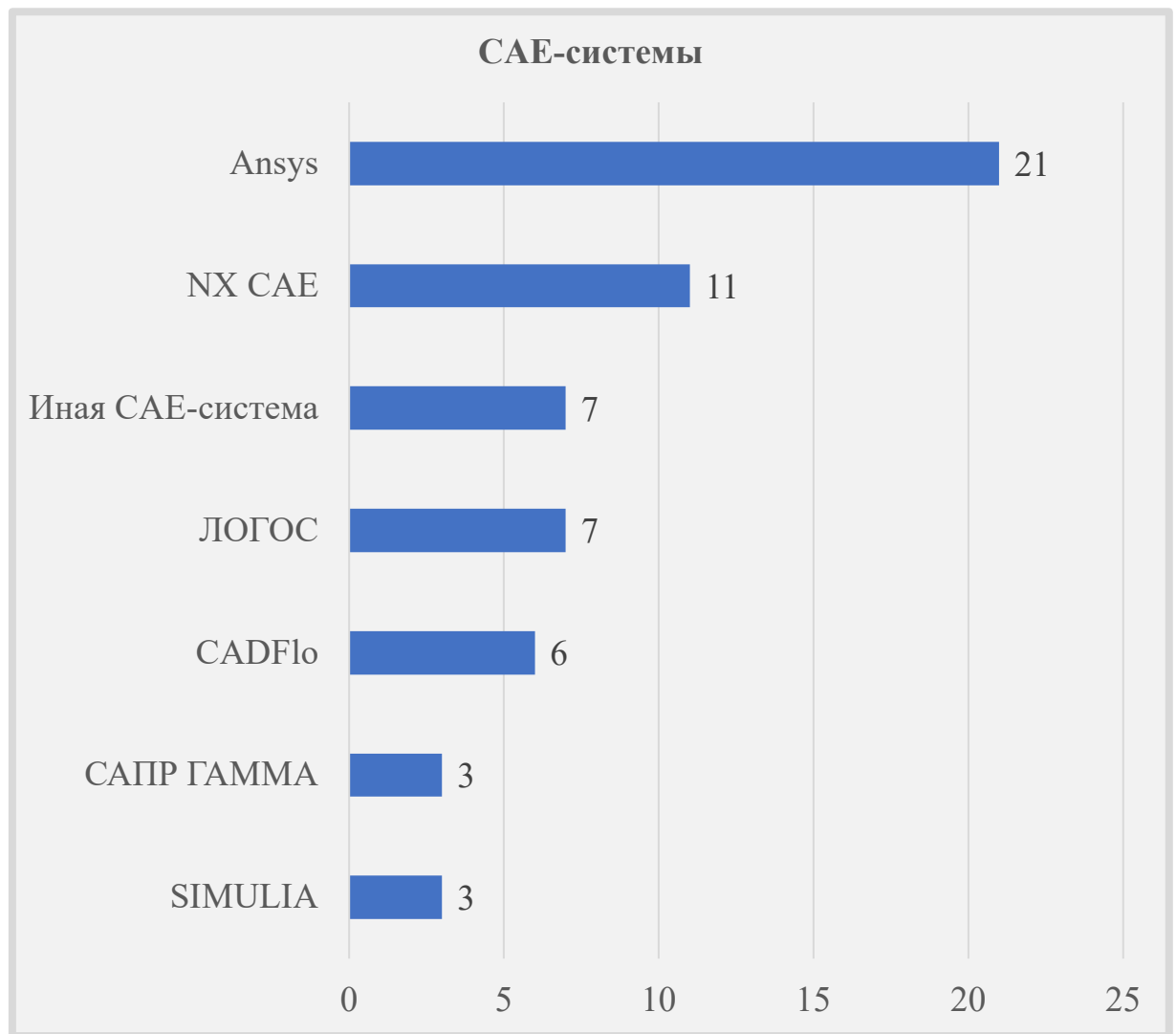
CAE-системы

Анализ использования CAE-систем:

Исследование выявило явного лидера среди CAE-систем – Ansys получил поддержку 21 голоса, значительно опережая остальные решения.

На втором месте находится NX CAE с 11 голосами, демонстрируя стабильное присутствие на рынке. ЛОГОС получил 7 голосов, показав такой же результат, как категория «Иная CAE-система» (MathWorks, Matlab, Simulink, Simscape, Siemens AMESIM и др.).

CADFlo набрал 6 голосов, что говорит о наличии существенной группы пользователей, предпочитающих эту систему. САПР ГАММА и SIMULIA получили по 3 голоса каждый, оказавшись наименее популярными решениями.



В опросе 34 участников 28 голосов убедительно продемонстрировали отсутствие принципиальных различий в использовании отечественных и зарубежных CAE-систем. 6 голосов высказались за наличие таких различий, что составляет существенно меньшую часть от общего числа респондентов.



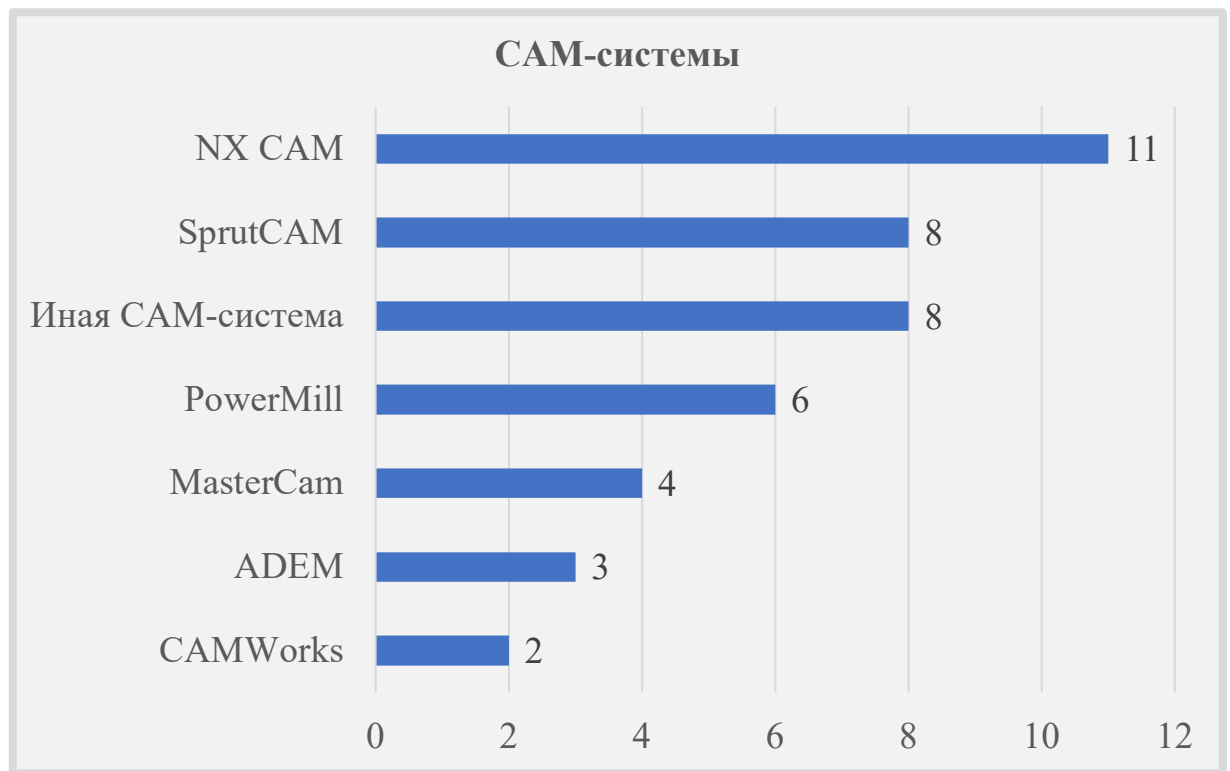
САМ-системы

Анализ использования САМ-систем

Исследование выявило лидера среди САМ-систем – NX САМ получил поддержку 11 голосов, что делает его наиболее популярным решением в данной категории.

На втором месте расположились SprutCAM и категория «Иная САМ-система», набравшие по 8 голосов каждая. PowerMill получил 6 голосов, демонстрируя стабильное присутствие на рынке.

MasterCam набрал 4 голоса, а ADEM – 3 голоса. Наименьшее количество голосов (2 голоса) получил CAMWorks, что указывает на его ограниченное использование в компаниях.



В опросе 30 участников 24 голоса показали отсутствие принципиальных различий в использовании отечественных и зарубежных САМ-систем. 6 голосов высказались за наличие таких различий, что составляет существенно меньшую часть от общего числа респондентов.

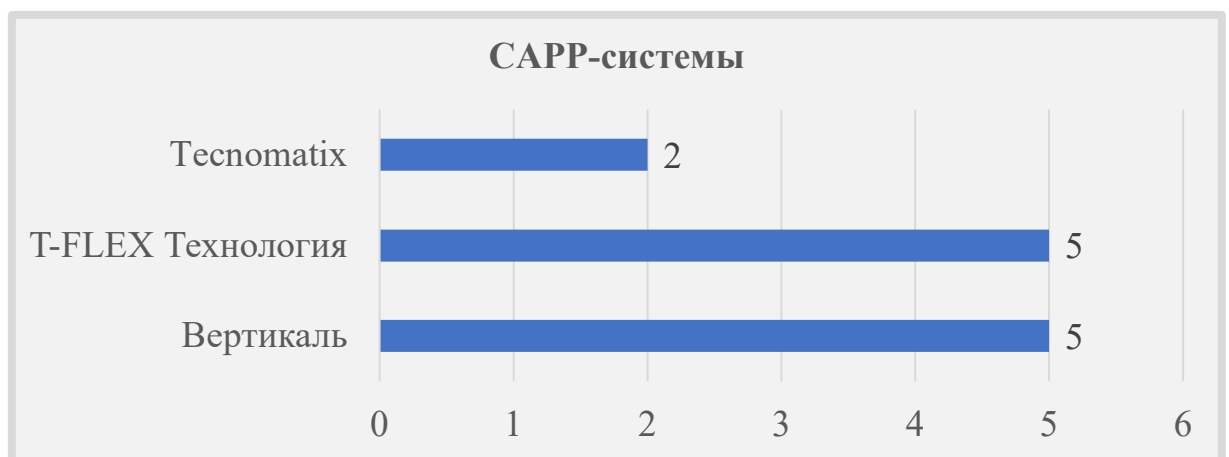


САРР-системы

Анализ использования САРР-систем

Исследование показало равномерное распределение предпочтений среди представленных САРР-систем. Вертикаль и T-FLEX Технология получили по 5 голосов каждая, демонстрируя практически равный уровень популярности.

Наименьшее количество голосов (2 голоса) получил Tescnomatix, что указывает на ограниченное использование этой системы в компаниях.



В опросе 10 участников 8 голосов указали на отсутствие принципиальных различий в использовании отечественных и зарубежных САРР-систем. 2 голоса составили противоположное мнение, что в четыре раза меньше основной группы респондентов.

Средства управления процессами организации

Анализ данных показал, что CRM-системы стали наиболее востребованным инструментом управления процессами – их используют 24 организации из числа опрошенных. Не менее популярными оказались ERP-системы: 23 компании внедрились решения для управления финансами, активами и персоналом.

MES-системы внедрены в 6 предприятиях. Это свидетельствует о том, что несмотря на растущую цифровизацию бизнеса, не все компании готовы к комплексной автоматизации процессов.

Особенно показательно, что 58 организаций из опрошенных вообще не используют перечисленные системы управления, что говорит о существенном потенциале для дальнейшего развития цифровизации в корпоративном секторе. Это может быть связано как с финансовыми ограничениями, так и с отсутствием понимания преимуществ внедрения современных систем управления бизнес-процессами.

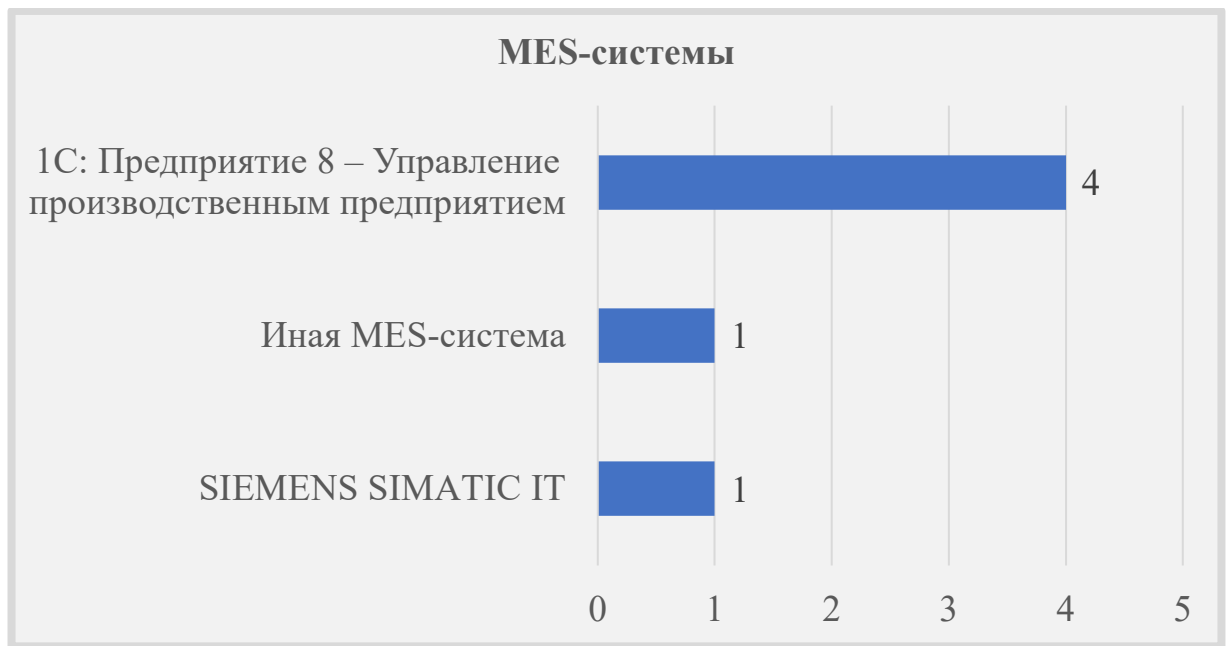


MES-системы

Анализ использования MES-систем:

Исследование показало относительно небольшое количество голосов по всем категориям. 1С: Предприятие 8 – Управление производственным предприятием получил 4 голоса, что является наибольшим показателем среди представленных решений.

SIEMENS SIMATIC IT и категория «Иная MES-система» получили по 1 голосу каждая, демонстрируя минимальное присутствие на рынке среди опрошенных компаний.



В опросе 6 участников 5 голосов однозначно показали отсутствие принципиальных различий в использовании отечественных и зарубежных MES-систем. Лишь 1 голос высказался за наличие таких различий, что составляет самую незначительную часть от общего числа респондентов.

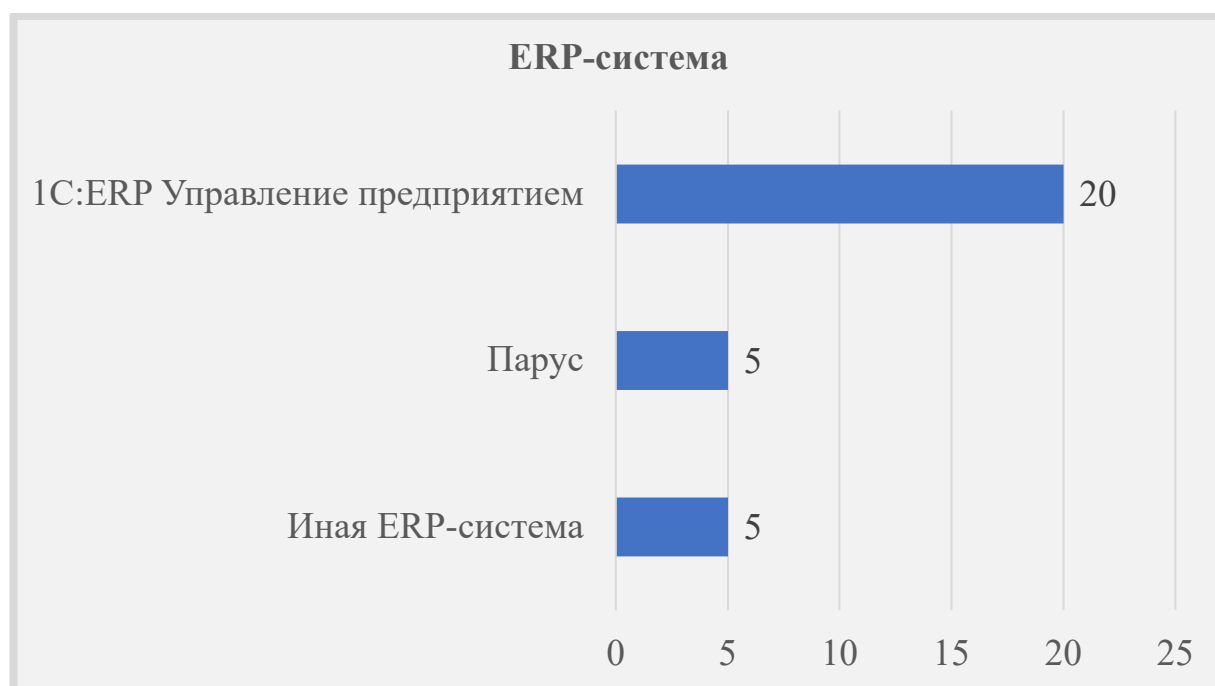


ERP-системы

Анализ использования ERP-систем:

Исследование показало явное лидерство 1С:ERP Управление предприятием, получившего 20 голосов. Это более чем в 4 раза превышает показатели других систем.

Парус и категория «Иная ERP-система» (SAP ERP; Oracle ERP; Галактика ERP) получили по 5 голосов каждая, демонстрируя равное распределение между этими категориями.



В опросе 23 участников 21 голос убедительно продемонстрировал отсутствие принципиальных различий в использовании отечественных и зарубежных ERP-систем. 2 голоса высказались за наличие таких различий, что составляет существенно меньшую часть от общего числа респондентов.

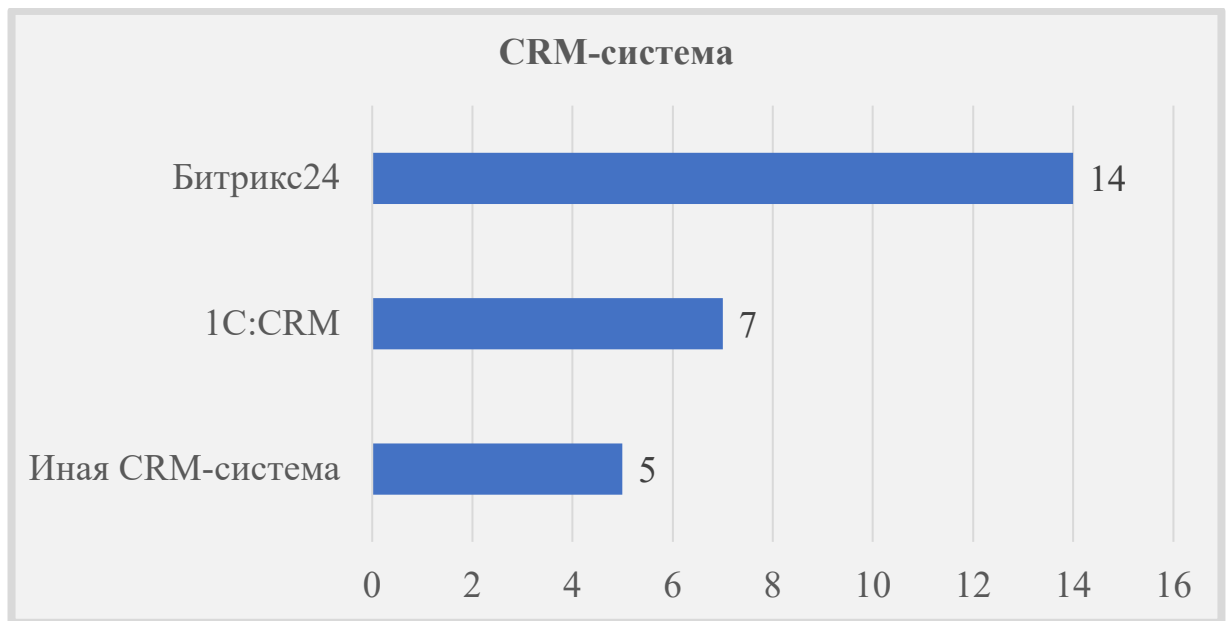


CRM-системы

Анализ использования CRM-систем:

Исследование показало явное лидерство Битрикс24, получившего 14 голосов. Это более чем в 2 раза превышает показатели других систем.

1С:CRM получил 7 голосов, демонстрируя второе место по популярности. Категория «Иная CRM-система» набрала 5 голосов, показывая наличие альтернативных решений на рынке.



В опросе 24 участников 23 голоса однозначно показали отсутствие принципиальных различий в использовании отечественных и зарубежных CRM-систем. Лишь 1 голос высказался за наличие таких различий, что составляет самую незначительную часть от общего числа респондентов.



8.2. Условия использования отечественного программного обеспечения

Системное программное обеспечение

Операционные системы

Анализ мер государственной поддержки перехода на отечественные ОС:

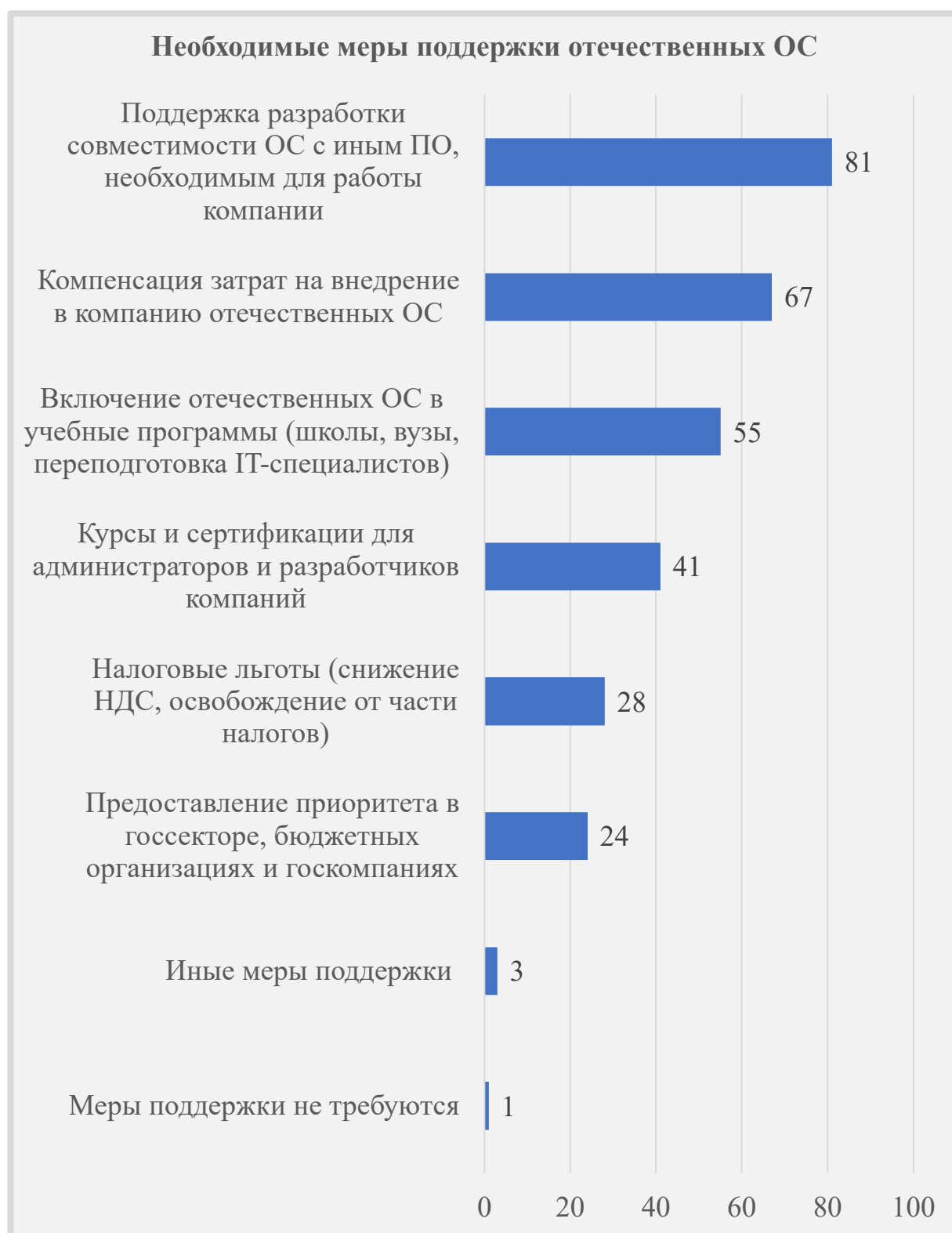
Наибольшее количество голосов (81 голос) получила инициатива по поддержке разработки совместимости ОС с необходимым рабочим ПО, что указывает на критическую важность технической интеграции для успешного перехода.

Следующим по значимости выступает предложение о компенсации затрат на внедрение отечественных ОС (67 голосов), подчеркивая финансовую составляющую как один из ключевых барьеров перехода.

Особую значимость приобретает интеграция отечественных ОС в образовательные программы (55 голосов), что свидетельствует о необходимости подготовки квалифицированных кадров с самого начала их профессионального пути. Также важную роль играет повышение квалификации действующих специалистов организаций (41 голос) при помощи проведения курсов и сертификаций.

Налоговые льготы, включающие снижение НДС и частичное освобождение от налогов, получили 28 голосов, что говорит о важности экономических стимулов.

Предложение о предоставлении приоритета в госсекторе и бюджетных организациях (24 голоса) указывает на готовность использовать административный ресурс для ускорения процесса импортозамещения. При этом минимальное количество голосов (3 голоса) за «иные меры поддержки» и всего 1 голос против любых мер поддержки демонстрирует четкое понимание необходимости целенаправленных действий со стороны государства.



Офисные приложения

Коммуникационное программное обеспечение

Анализ мер государственной поддержки перехода на отечественные коммуникационные ПО:

Наибольшее количество голосов (36 голосов) получила инициатива по компенсации затрат на внедрение отечественного ПО, что подчеркивает важность финансовой составляющей в процессе перехода.

Не менее значимой является техническая составляющая: 35 голосов за поддержку разработки совместимости коммуникационного ПО с существующими системами демонстрирует необходимость решения вопросов интеграции. Интересен тот факт, что образовательная составляющая также занимает важное место – 34 голоса за включение отечественного ПО в учебные программы.

Подготовка специалистов остается в числе приоритетных задач: 22 голоса за курсы и сертификации для администраторов и разработчиков указывают на потребность в квалифицированных кадрах. Административные меры также находят поддержку – 19 голосов за предоставление приоритета в госсекторе.

Экономические стимулы в виде налоговых льгот получили 14 голосов, что несколько меньше других инициатив, но все же демонстрирует их значимость. Примечательно, что 6 участников считают меры поддержки излишними, а всего 1 голос отдан за «иные меры поддержки», что говорит о достаточной проработанности предложенных вариантов.

Необходимые меры поддержки отечественных коммуникационных ПО



Офисные пакеты

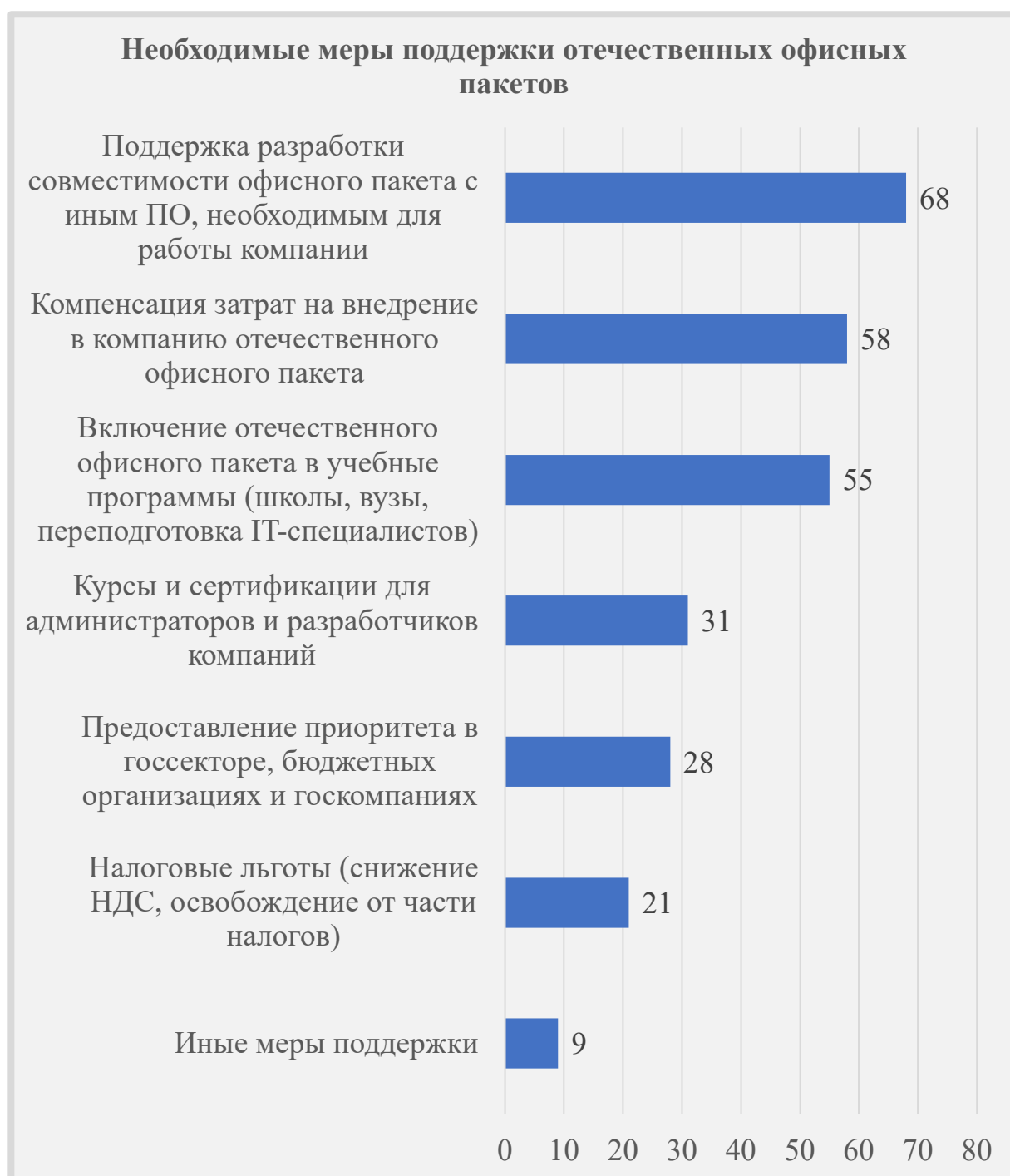
Анализ мер государственной поддержки перехода на отечественные офисные пакеты:

Абсолютное лидерство с 68 голосами получила инициатива по поддержке разработки совместимости офисного пакета с существующим программным обеспечением, что подчеркивает критическую важность технической интеграции.

Второе место с небольшим отрывом занимает компенсация затрат на внедрение отечественного офисного пакета (58 голосов), указывая на существенную роль финансовой составляющей в процессе перехода. Особенно значимым представляется включение отечественных офисных решений в образовательные программы – 55 голосов свидетельствуют о необходимости фундаментальной подготовки пользователей с ранних этапов обучения.

Подготовка квалифицированных специалистов остается в числе приоритетных задач: 31 голос за курсы и сертификации для администраторов и разработчиков подтверждает потребность в обучении ИТ-специалистов. Административные меры также находят существенную поддержку – 28 голосов за предоставление приоритета в госсекторе.

Экономические стимулы в виде налоговых льгот получили 21 голос, что указывает на важность создания благоприятных условий для бизнеса. Примечательно, что 9 голосов было отдано за «иные меры поддержки», что может свидетельствовать о необходимости дополнительного изучения альтернативных механизмов стимулирования перехода.



Почтовые приложения

Анализ мер государственной поддержки перехода на отечественные почтовые приложения:

Наибольшее количество голосов (40 голосов) получила инициатива по поддержке разработки совместимости почтовых приложений с существующим программным обеспечением, что подчеркивает важность технической интеграции.

Второе место с небольшим отрывом занимает компенсация затрат на внедрение отечественных почтовых приложений (37 голосов), что указывает на существенную роль финансовой составляющей в процессе перехода. Значимым также представляется включение отечественных почтовых решений в образовательные программы – 27 голосов свидетельствуют о необходимости подготовки пользователей в учебных заведениях.

Административные меры также находят существенную поддержку – 24 голоса за предоставление приоритета в госсекторе. Подготовка квалифицированных специалистов остается важной задачей: 19 голосов за курсы и сертификации для администраторов и разработчиков подтверждают потребность в обучении ИТ-персонала.

Экономические стимулы в виде налоговых льгот получили 13 голосов, что указывает на важность создания благоприятных условий для бизнеса. Примечательно, что 8 участников считают меры поддержки излишними, а 3 голоса отданы за «иные меры поддержки», что говорит о достаточной проработанности предложенных вариантов.

Необходимые меры поддержки отечественных почтовых приложений



Браузеры

Анализ мер государственной поддержки перехода на отечественные браузеры:

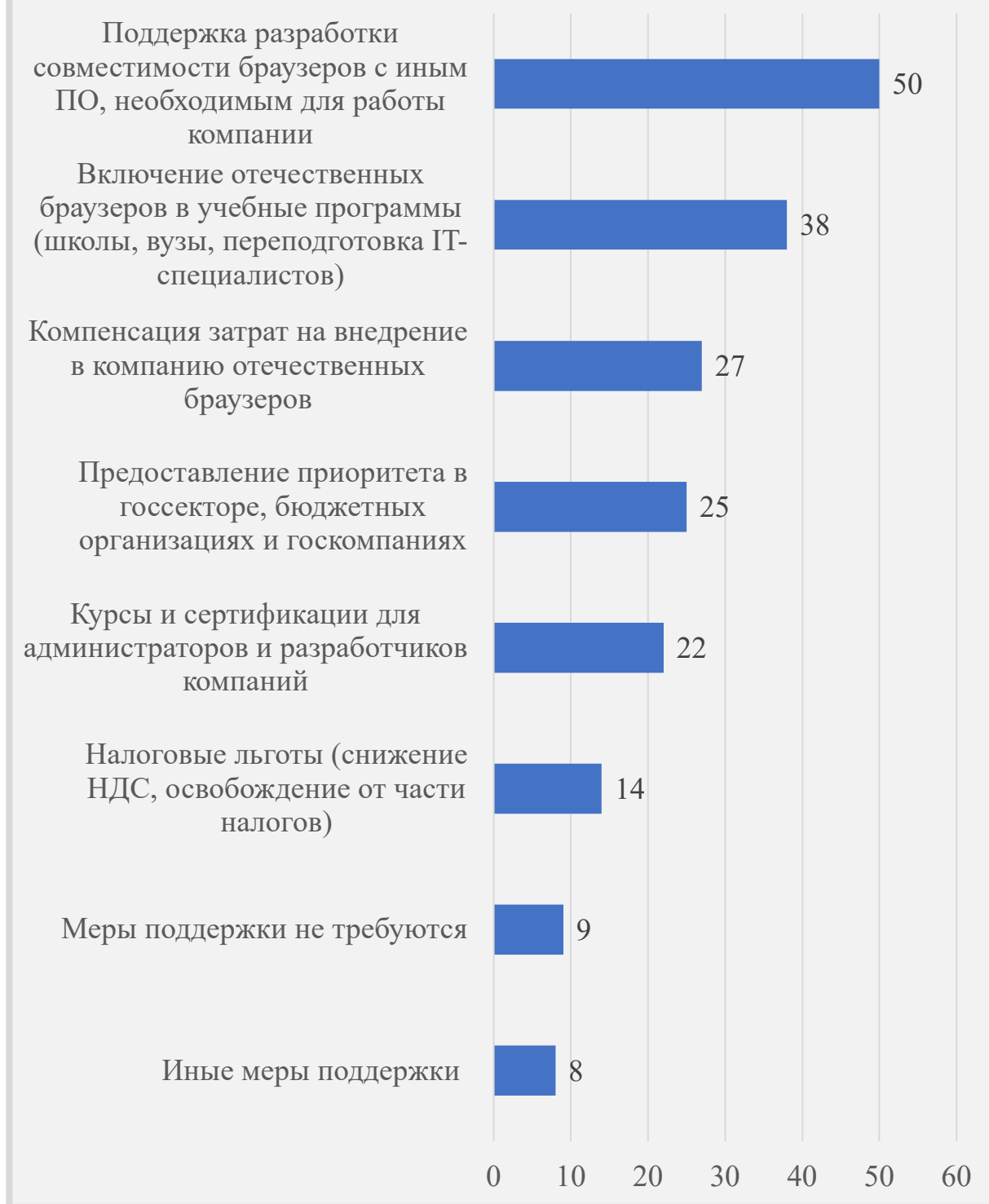
Абсолютное лидерство с 50 голосами получила инициатива по поддержке разработки совместимости браузеров с существующим программным обеспечением, что подчеркивает критическую важность технической интеграции.

Второе место занимает включение отечественных браузеров в образовательные программы – 38 голосов свидетельствуют о необходимости фундаментальной подготовки пользователей в учебных заведениях. Существенную поддержку также получила компенсация затрат на внедрение отечественных браузеров (27 голосов), что указывает на важность финансовой составляющей.

Административные меры находят значительную поддержку – 25 голосов за предоставление приоритета в госсекторе. Подготовка квалифицированных специалистов остается в числе приоритетных задач: 22 голоса за курсы и сертификации для администраторов и разработчиков подтверждают потребность в обучении IT-специалистов.

Экономические стимулы в виде налоговых льгот получили 14 голосов, что указывает на важность создания благоприятных условий для бизнеса. Примечательно, что 9 участников считают меры поддержки излишними, а 8 голосов было отдано за «иные меры поддержки», что может свидетельствовать о необходимости дополнительного изучения альтернативных механизмов стимулирования перехода.

Необходимые меры поддержки отечественных браузеров



Промышленное программное обеспечение

PLM-системы

Анализ мер государственной поддержки перехода на отечественные PLM-системы.

Наибольшее количество голосов (12 голосов) получила инициатива по поддержке разработки совместимости PLM-систем с существующим программным обеспечением, что подчеркивает важность технической составляющей.

Компенсация затрат на внедрение отечественных PLM-систем заняла второе место с 10 голосами, указывая на значимость финансовой поддержки. Образовательная составляющая также находит поддержку – 9 голосов за включение PLM-систем в учебные программы свидетельствует о необходимости подготовки специалистов.

Подготовка квалифицированных кадров остается важной задачей: 7 голосов за курсы и сертификации для администраторов и разработчиков подтверждают потребность в обучении IT-специалистов. Административные меры получили 6 голосов за предоставление приоритета в госсекторе.

Экономические стимулы в виде налоговых льгот нашли поддержку лишь у 4 участников. Примечательно минимальное количество голосов (1 голос) за «иные меры поддержки», что говорит о достаточной проработанности предложенных вариантов.

Необходимые меры поддержки отечественных PLM-систем



CAD-системы

Анализ мер государственной поддержки перехода на отечественные CAD-системы:

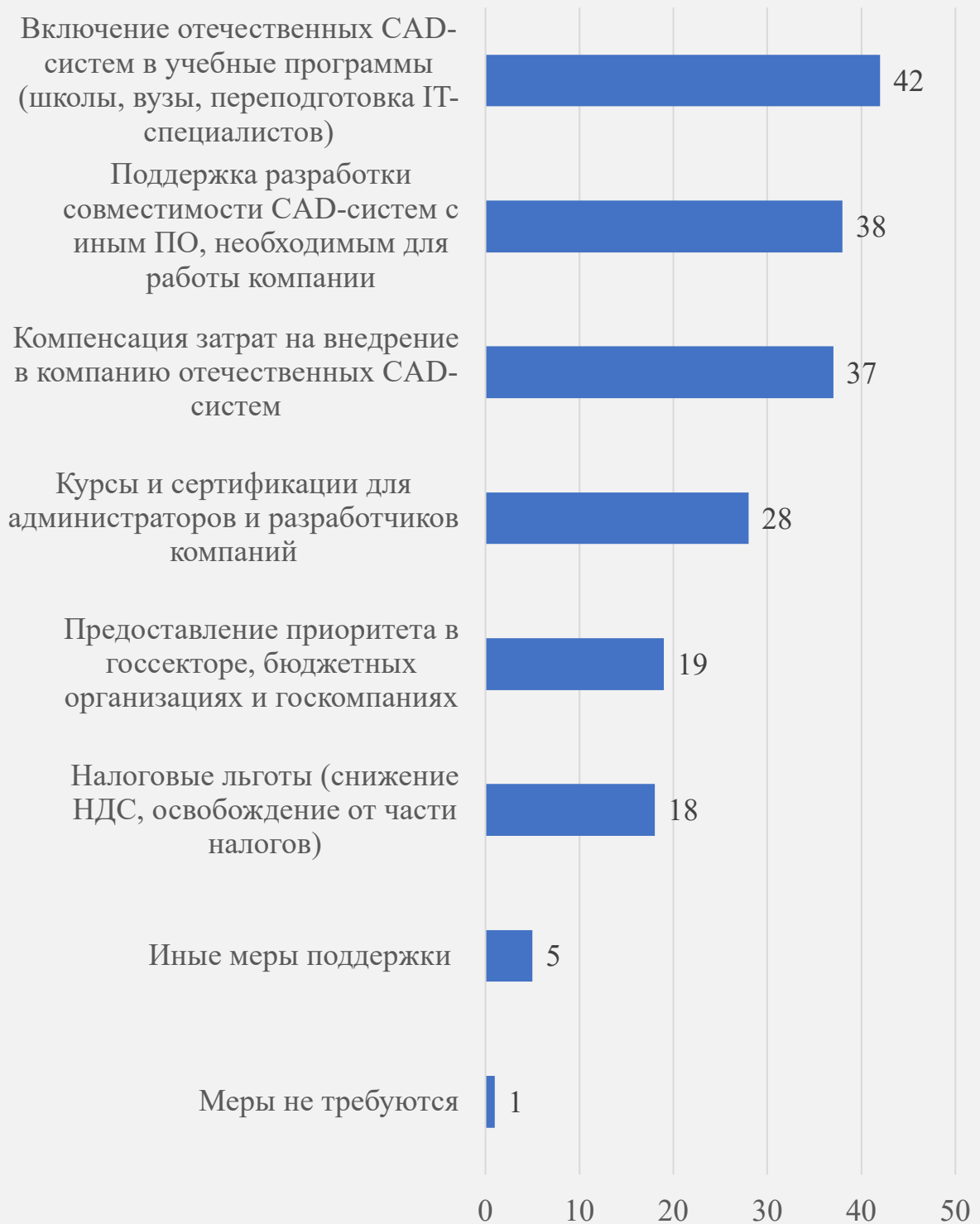
Лидерство с 42 голосами получила инициатива по включению отечественных CAD-систем в образовательные программы, что подчеркивает критическую важность подготовки квалифицированных специалистов с ранних этапов обучения.

Второе место с небольшим отрывом занимает поддержка разработки совместимости САД-систем с существующим программным обеспечением (38 голосов), что указывает на значимость технической интеграции. Существенную поддержку также получила компенсация затрат на внедрение отечественных САД-систем (37 голосов), подчеркивая важность финансовой составляющей.

Подготовка специалистов остается в числе приоритетных задач: 28 голосов за курсы и сертификации для администраторов и разработчиков подтверждают потребность в повышении квалификации ИТ-персонала. Административные меры также находят значительную поддержку – 19 голосов за предоставление приоритета в госсекторе.

Экономические стимулы в виде налоговых льгот получили 18 голосов, что указывает на важность создания благоприятных условий для бизнеса. Примечательно, что всего 5 голосов было отдано за «иные меры поддержки», а лишь 1 участник считает меры поддержки излишними, что говорит о высокой осознанности необходимости государственной поддержки в данном сегменте.

Необходимые меры поддержки отечественных CAD-систем



САЕ-системы

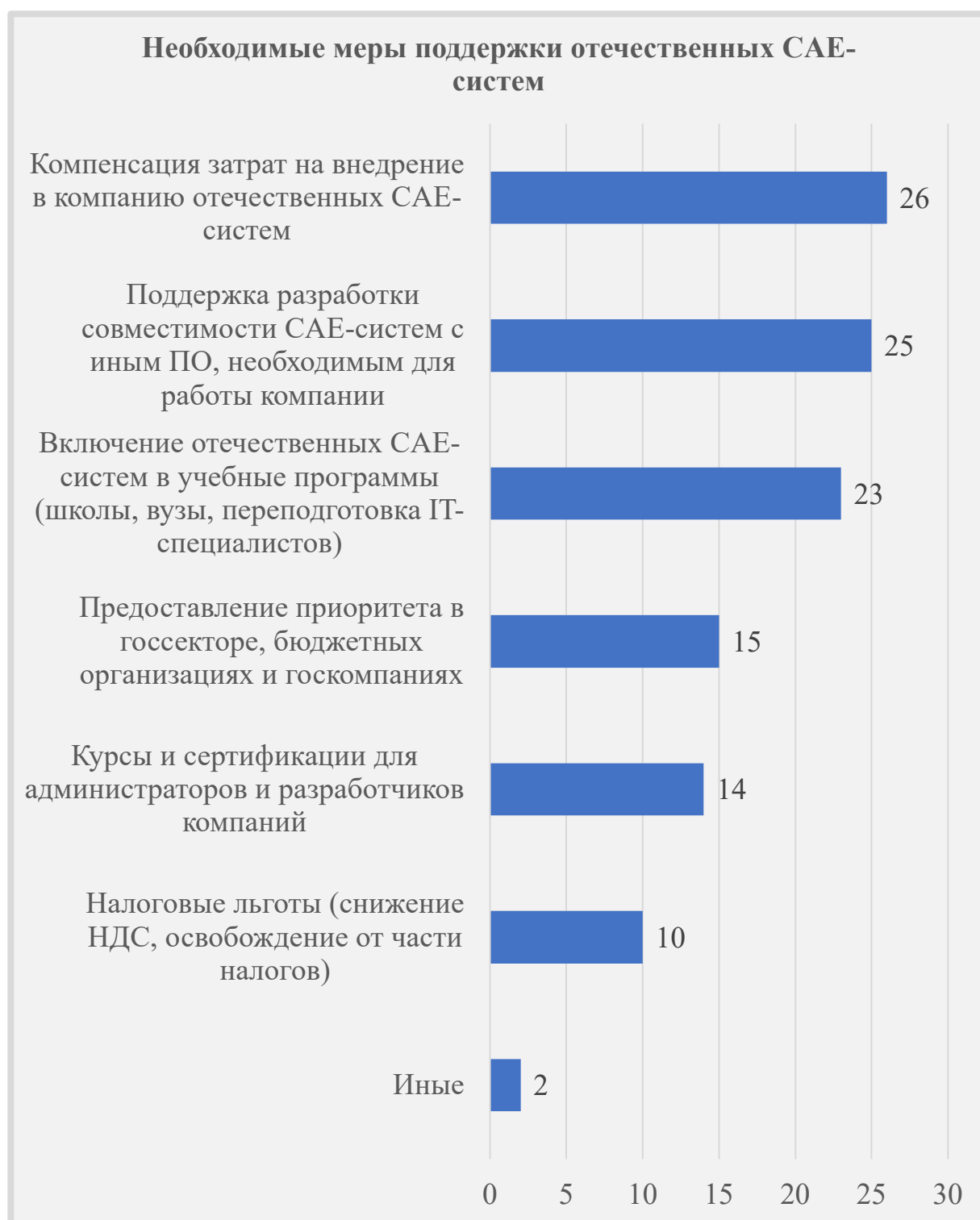
Анализ мер государственной поддержки перехода на отечественные САЕ-системы:

Наибольшее количество голосов (26 голосов) получила инициатива по компенсации затрат на внедрение САЕ-систем, что подчеркивает важность финансовой составляющей в процессе перехода.

Второе место с небольшим отрывом занимает поддержка разработки совместимости САЕ-систем с существующим программным обеспечением (25 голосов), указывая на критическую значимость технической интеграции. Образовательная составляющая также находит существенную поддержку — 23 голоса за включение САЕ-систем в учебные программы свидетельствуют о необходимости подготовки квалифицированных специалистов.

Подготовка кадров остается важной задачей: 14 голосов за курсы и сертификации для администраторов и разработчиков подтверждают потребность в обучении ИТ-специалистов. Административные меры также находят поддержку — 15 голосов за предоставление приоритета в госсекторе.

Экономические стимулы в виде налоговых льгот получили 10 голосов, что указывает на важность создания благоприятных условий для бизнеса. Примечательно минимальное количество голосов (2 голоса) за «иные меры поддержки», что говорит о достаточной проработанности предложенных вариантов.



САМ-системы

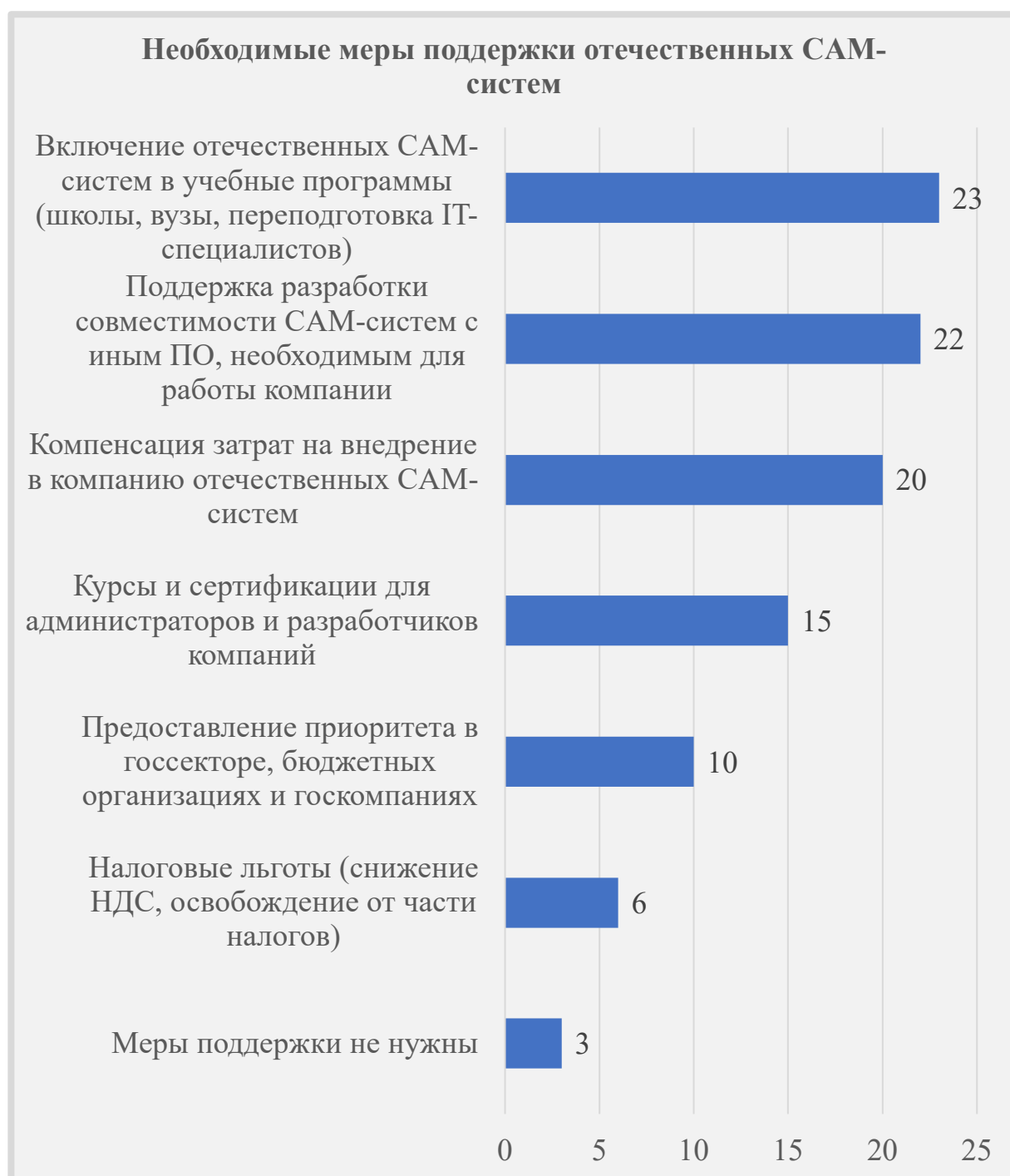
Анализ мер государственной поддержки перехода на отечественные САМ-системы:

Наибольшее количество голосов (23 голоса) получила инициатива по включению САМ-систем в образовательные программы, что подчеркивает важность подготовки квалифицированных специалистов с ранних этапов обучения.

Второе место занимает поддержка разработки совместимости САМ-систем с существующим программным обеспечением (22 голоса), указывая на критическую значимость технической интеграции. Существенную поддержку также получила компенсация затрат на внедрение отечественных САМ-систем (20 голосов), что свидетельствует о важности финансовой составляющей.

Подготовка специалистов остается в числе приоритетных задач: 15 голосов за курсы и сертификации для администраторов и разработчиков подтверждают потребность в обучении IT-персонала. Административные меры также находят поддержку – 10 голосов за предоставление приоритета в госсекторе.

Экономические стимулы в виде налоговых льгот получили 6 голосов, что указывает на важность создания благоприятных условий для бизнеса. Примечательно, что 3 участника считают меры поддержки излишними, что может быть связано со спецификой внедрения САМ-систем в производственных компаниях.



САРР-системы

Анализ мер государственной поддержки перехода на отечественные САРР-системы:

Наибольшее количество голосов (по 9 голосов) получили две инициативы: поддержка разработки совместимости САРР-систем с существующим ПО и компенсация затрат на внедрение, что подчеркивает равную значимость технической и финансовой составляющих.

Образовательная составляющая также находит поддержку – 8 голосов за курсы и сертификации для специалистов и 7 голосов за включение САРР-систем в учебные программы свидетельствуют о необходимости подготовки квалифицированных кадров.

Административные меры получили 5 голосов за предоставление приоритета в госсекторе. Экономические стимулы в виде налоговых льгот получили лишь 2 голоса, что может указывать на меньшую значимость данного фактора в контексте внедрения САРР-систем.



Средства управления процессами организации

MES-системы

Анализ мер государственной поддержки перехода на отечественные MES-системы:

Примечательно, что налоговые льготы получили всего 1 голос, что указывает на минимальную значимость данного фактора в контексте перехода на отечественные решения.

Равное количество голосов (по 3 голоса) получили три инициативы: поддержка разработки совместимости MES-систем с существующим ПО, компенсация затрат на внедрение и включение в учебные программы. Это свидетельствует о равной важности технической, финансовой и образовательной составляющих при переходе.

Подготовка квалифицированных кадров также находит поддержку – 4 голоса за курсы и сертификации для администраторов и разработчиков подтверждают потребность в обучении ИТ-специалистов.



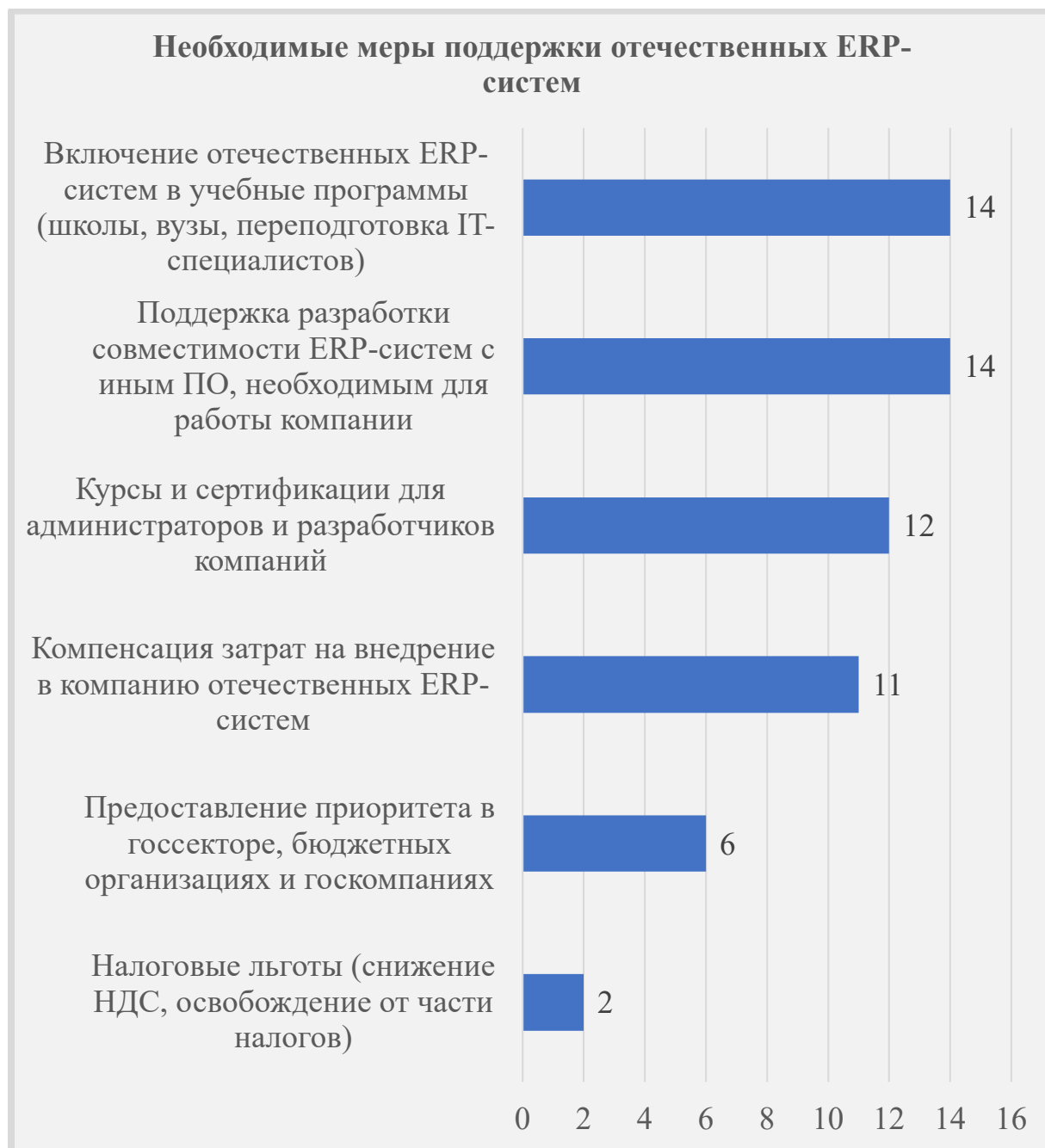
ERP-системы

Анализ мер государственной поддержки перехода на отечественные ERP-системы

Абсолютное лидерство с 14 голосами разделили две инициативы: поддержка разработки совместимости ERP-систем с существующим ПО и включение ERP-систем в учебные программы. Это подчеркивает равную значимость как технической, так и образовательной составляющих перехода.

Существенную поддержку также получила инициатива по компенсации затрат на внедрение отечественных ERP-систем (11 голосов), что указывает на важность финансовой составляющей. Подготовка квалифицированных специалистов остается в числе приоритетных задач: 12 голосов за курсы и сертификации для администраторов и разработчиков подтверждают потребность в обучении IT-персонала.

Административные меры также находят поддержку – 6 голосов за предоставление приоритета в госсекторе. Экономические стимулы в виде налоговых льгот получили всего 2 голоса, что может указывать на меньшую значимость данного фактора в контексте внедрения ERP-систем.



CRM-системы

Анализ мер государственной поддержки перехода на отечественные CRM-системы:

Абсолютное лидерство с 15 голосами получила инициатива по поддержке разработки совместимости CRM-систем с существующим программным обеспечением, что подчеркивает критическую важность технической интеграции.

Второе место с небольшим отрывом занимает компенсация затрат на внедрение отечественных CRM-систем (12 голосов), указывая на существенную роль финансовой составляющей в процессе перехода. Образовательная составляющая также находит значительную поддержку – по 9 голосов получили включение CRM-систем в учебные программы и курсы с сертификациями для специалистов.

Административные меры получили 6 голосов за налоговые льготы и 5 голосов за предоставление приоритета в госсекторе. Примечательно, что 2 участника считают меры поддержки излишними, что может быть связано с относительной простотой внедрения CRM-решений по сравнению с другими системами.



8.3. Проблемы, с которыми сталкиваются пользователи при внедрении

Системное программное обеспечение

Операционные системы

Проведённый анализ барьеров внедрения отечественных операционных систем

выявил:

Технический барьер выступает как наиболее критичный фактор, получивший максимальное количество упоминаний (80 голосов). Данная проблема связана с вопросами совместимости операционных систем с существующим прикладным ПО и оборудованием, что создает фундаментальное ограничение для дальнейшего развития процесса перехода.

Экономические и кадровые факторы демонстрируют сопоставимую значимость, зафиксировано 43 и 41 голос соответственно. Важно отметить синергетический эффект данных барьеров: высокие затраты на реализацию перехода усугубляются необходимостью дополнительного финансирования программ переобучения персонала или привлечения новых квалифицированных специалистов.

Психолого-организационные препятствия получили 35 голосов и часто выступают как вторичный барьер, усиливающийся в контексте технических и кадровых сложностей. Ключевым проявлением данного фактора является сопротивление персонала предстоящим изменениям.

Общая оценка ситуации подтверждается крайне низким процентом респондентов, не выявивших существенных проблем (1 голос). Это свидетельствует о том, что процесс перехода на отечественное ПО воспринимается как комплексная системная задача, требующая одновременного решения взаимосвязанных технических, экономических, кадровых и организационных проблем.



Офисные приложения

Коммуникационное программное обеспечение

Проведённый анализ барьеров внедрения отечественного коммуникационного ПО выявил:

Психологические и организационные барьеры занимают лидирующую позицию (32 голоса), что свидетельствует о существенном сопротивлении персонала изменениям и нежелании отказываться от привычных инструментов коммуникации.

Экономические факторы (28 голосов) выступают вторым по значимости препятствием, оказывая существенное влияние на принятие решений о переходе на новое ПО.

Проблемы совместимости (24 голоса), хотя и остаются значимыми, не достигают уровня доминирующего барьера, характерного для операционных

систем. Это указывает на относительную простоту интеграции коммуникационного ПО.

Кадровые проблемы сохраняются (15 голосов), при этом количество респондентов, не видящих существенных барьеров (10 голосов), хотя и остаётся небольшим, но существенно превышает аналогичный показатель для операционных систем.

Полученные данные позволяют заключить, что процесс внедрения коммуникационного ПО воспринимается как менее рискованный и технически сложный по сравнению с операционными системами. Однако успешность перехода по-прежнему зависит от преодоления внутреннего сопротивления и обеспечения необходимого финансирования.

Барьеры, препятствующие внедрению и использованию отечественных коммуникационных ПО



Офисные пакеты

Проведённый анализ барьеров внедрения отечественных офисных пакетов выявил:

Технические проблемы совместимости (69 голосов) являются абсолютно доминирующим и критическим барьером. Это свидетельствует о том, что пользователи сталкиваются с трудностями при открытии, редактировании и сохранении файлов, интеграции пакета с другим программным обеспечением и оборудованием, что затрудняет возможность его практического использования.

Второй по значимости является экономическая составляющая (48 голосов) – высокие затраты на переход, которые включают не только прямую покупку лицензий, но и сопутствующие издержки. Немного отстают, но тесно связаны с ними, психологические и организационные барьеры (45 голосов), что говорит о мощном сопротивлении сотрудников, привыкших к зарубежным аналогам.

Серьезной проблемой остается кадровый дефицит (28 голосов), усугубляющий все вышеперечисленные трудности. Практически полное отсутствие респондентов, не видящих барьеров (всего 2 голоса), подчеркивает, что отечественные офисные пакеты на текущем этапе воспринимаются как наименее готовое к внедрению решение, а их успешное распространение потребует в первую очередь прорыва в области технической совместимости и форматов файлов.



Почтовые приложения

Проведённый анализ барьеров внедрения отечественных почтовых приложений выявил:

Ключевыми барьерам являются в равной степени технические и экономические проблемы (по 33 голоса). С одной стороны, существуют трудности интеграции с существующей ИТ-инфраструктурой, а с другой – высокие затраты на сам переход и адаптацию.

Менее выраженной, но крайне значимой остается психологическая и организационная составляющая (27 голосов). Это говорит о сильном сопротивлении сотрудников смене привычного инструмента коммуникации, который глубоко интегрирован в их ежедневную работу.

Проблема нехватки квалифицированных специалистов (22 голоса) присутствует, но не является главной, уступая комплексным технико-экономическим и организационным трудностям.

Примечательно, что достаточно много респондентов не видят барьеров (10 случаев) – значительно больше, чем для офисных пакетов или ОС. Это позволяет сделать вывод, что отечественные почтовые приложения воспринимаются как более зрелый и готовый к внедрению продукт по сравнению с другими категориями ПО. Однако для их массового внедрения требуется комплексно решать вопросы стоимости, технической совместимости и преодолевать организационное сопротивление.



Браузеры

Проведённый анализ барьеров внедрения отечественных браузеров выявил:

Главным барьером являются технические проблемы совместимости (42 случая).

При этом психологические и организационные барьеры (38 голосов) почти не уступают техническим. Это подчеркивает, что браузер является крайне персонализированным инструментом, а привычка к конкретным интерфейсам и расширениям создает мощное сопротивление любым изменениям.

Важной положительной особенностью является значительная доля респондентов, не видящих барьеров (22 голоса) – самый высокий показатель среди всех анализируемых категорий ПО. Это говорит о том, что отечественные браузеры уже сейчас являются достаточно зрелым и пригодным для повседневного использования продуктом для части аудитории.

Экономические факторы (18 голосов) и нехватка специалистов (14 голосов) играют заметно меньшую роль, что логично, так как браузеры часто распространяются бесплатно и не требуют глубокой технической экспертизы для использования.

Таким образом, основная борьба за внедрение развернется не в экономической или технической плоскости, а в сфере преодоления пользовательских привычек и убеждений в надежности и удобстве отечественных решений.



Промышленное программное обеспечение

PLM-системы

Проведённый анализ барьеров внедрения отечественных PLM-систем выявил:

Технические проблемы совместимости (13 голосов) формируют основной барьер. Для PLM-систем это критически важно, так как они должны быть глубоко интегрированы в технологическую цепочку предприятия, работать с САД-моделями, данными ERP и другим специализированным ПО. Некорректная работа на этом уровне полностью блокирует возможность внедрения.

Значимыми, но менее выраженными являются экономический барьер и нехватка квалифицированных специалистов (по 8 голосов). Эти проблемы тесно связаны, так как высокие затраты включают не только покупку лицензий, но и затраты на обучение или найм дорогостоящих кадров, способных работать сложным ПО.

Психологические и организационные барьеры (5 голосов) присутствуют. Промышленные предприятия решение о выборе PLM-системы в первую очередь принимают на основе технико-экономического обоснования, а не личных предпочтений сотрудников.

Практически полное отсутствие респондентов, не видящих барьеров (всего 1 случай), подчеркивает высокую сложность внедрения таких систем. Переход на отечественное решение потребует масштабной и дорогостоящей работы по технической интеграции и подготовке персонала.



CAD-системы

Проведённый анализ барьеров внедрения отечественных CAD-систем выявил:

Технические проблемы совместимости (36 голосов) формируют основной барьер, что абсолютно закономерно для CAD-систем. Их работа требует бесшовной интеграции с огромным количеством стороннего ПО (от САМ до PDM-систем), корректной работы с драйверами специализированного оборудования, полной совместимости файловых форматов с существующими мировыми аналогами.

Почти одинаково значимыми являются кадровый дефицит (32 голоса) и экономические затраты (31 голос). Эти барьеры тесно переплетены: стоимость перехода включает не только лицензии, но и колоссальные расходы на переобучение инженеров-конструкторов — высокооплачиваемых специалистов. Неготовность кадров работать в новых программных средах напрямую конвертируется в экономические издержки.

Психологические и организационные барьеры (28 голосов) также ярко выражены, что объясняется глубокой профессиональной привязанностью инженеров к привычным инструментам, от которых зависит эффективность и точность их работы. Риск ошибок при переходе на новое ПО в такой сложной области является серьезным сдерживающим фактором.

Практически полное отсутствие респондентов, не видящих барьеров (всего 2 голоса), подчеркивает высочайший порог входа для отечественных CAD-решений. Их успешное внедрение потребует не просто улучшения характеристик, а создания полноценной экосистемы, включающей техническую совместимость, доступные образовательные программы и серьезную финансовую поддержку для предприятий, чтобы компенсировать как прямые затраты, так и косвенные убытки от падения производительности на этапе перехода.



САЕ-системы

Проведённый анализ барьеров внедрения отечественных САЕ-систем выявил:

Экономический барьер (25 голосов) является главным сдерживающим фактором. Высокие затраты на переход связаны с покупкой лицензий, с колоссальными затратами на валидацию и верификацию результатов расчетов, что является неотъемлемой частью работы с САЕ-системами.

Технические проблемы совместимости (22 голоса) занимают второе место. САЕ-системы должны безупречно интегрироваться с САД-платформами. Невозможность обмена данными или ошибки в цепочке приводят к полной бесполезности системы на практике.

Острая нехватка квалифицированных специалистов (19 голосов) тесно связана с первыми двумя пунктами. Инженеры-расчетчики – это уникальные кадры, чье обучение требует времени и средств. Доверие к результатам моделирования формируется годами, поэтому переход на новую, непроверенную платформу требует от специалистов не только обучения, но и готовности нести риски.

Психологические и организационные барьеры (15 голосов) в данной сфере менее выражены, чем, например, для САД, что говорит о более прагматичном подходе к выбору инструмента для вычислений. Однако недоверие к точности и надежности новых отечественных решений остается значимым фактором.

Таким образом, внедрение отечественных САЕ-систем упирается в необходимость комплексного финансового и технического решения. Требуется не только создать конкурентный продукт, но и сформировать вокруг него полноценную экосистему, обеспечить мощную государственную поддержку для компенсации издержек предприятий на переход и развернуть масштабные программы подготовки высококвалифицированных инженеров-расчетчиков.



САМ-системы

Проведённый анализ барьеров внедрения отечественных САМ-систем выявил:

Технические проблемы совместимости (20 голосов) являются абсолютно доминирующим барьером. Для САМ-систем это критически важно, так как они должны обеспечивать бесшовную интеграцию в технологическую цепочку «CAD-CAM-CNC». Невозможность корректного импорта моделей из CAD-систем или генерации управляющих программ для конкретного станка с ЧПУ делает любую подобную систему бесполезной на практике.

Значимыми, но менее выраженными являются экономический барьер и нехватка квалифицированных специалистов (по 12 голосов). Эти проблемы взаимосвязаны: высокие затраты на переход включают не только стоимость лицензий, но и необходимость переобучения технологов-программистов.

Психологические и организационные барьеры (7 голосов) присутствуют, но их значимость относительно меньше.

Таким образом, успешное внедрение отечественных САМ-систем требует прежде всего прорыва в области технической совместимости с международными стандартами и оборудованием, а также создания комплексных программ переподготовки кадров и мер финансовой поддержки предприятий, чтобы компенсировать высокие первоначальные издержки на переход и обучение.



САРР-системы

Проведённый анализ барьеров внедрения отечественных САРР-систем выявил:

Экономический барьер (8 голосов) является главным сдерживающим фактором. Высокие затраты на переход связаны с необходимостью глубокой

адаптации системы под конкретные производственные процессы предприятия, что требует значительных финансовых и временных ресурсов.

Технические проблемы совместимости (7 голосов) следуют сразу за экономическими. Для САРР-систем крайне важна интеграция с САД-системами на входе и с САМ-системами и MRP/ERP-системами на выходе. Нарушение этого обмена данными делает невозможным построение цифрового производственного цикла.

Нехватка квалифицированных специалистов (6 голосов) является серьезным барьером, усугубляющим предыдущие проблемы. Технологи-проектировщики, способные работать с таким ПО, представляют собой уникальных специалистов, и их переобучение требует дополнительных инвестиций.

Психологические и организационные барьеры (3 голоса) выражены слабее всего, что говорит о том, что на производстве готовы внедрять любые инструменты, доказавшие свою эффективность и экономическую целесообразность.

Успешное внедрение отечественных САРР-систем потребует создания отраслевых решений с продуманной экономикой внедрения и гарантированной технической совместимостью с другими элементами цифровой фабрики.



Средства управления процессами организации

MES-системы

Анализ ключевых барьеров внедрения отечественных MES-систем:

Проведенный анализ выявил основные препятствия на пути внедрения отечественных MES-систем. Наибольшую проблему представляет нехватка квалифицированных специалистов – 4 голоса указывают на острый дефицит кадров, способных эффективно работать с новыми системами.

Равное количество голосов (по 3 голоса) получили экономические факторы и технические барьеры. Это свидетельствует о сопоставимой значимости финансовых затрат на переход и проблем совместимости MES-систем с существующим оборудованием и программным обеспечением.

Психологические и организационные барьеры получили минимальное количество голосов (2 голоса), что указывает на их относительно меньшую значимость в сравнении с другими препятствиями.



ERP-системы

Анализ ключевых барьеров внедрения отечественных ERP-систем:

Проведенный анализ выявил основные препятствия на пути внедрения отечественных ERP-систем. Наиболее существенными факторами стали экономические аспекты и нехватка квалифицированных специалистов — по 14 голосов указывают на критическую значимость этих проблем при переходе на отечественные решения.

Технические барьеры получили 12 голосов, что свидетельствует о значительных проблемах совместимости ERP-систем с существующим программным обеспечением и оборудованием.

Психологические и организационные барьеры набрали 10 голосов, указывая на наличие сопротивления изменениям и сложностей в организационной адаптации.



CRM-системы

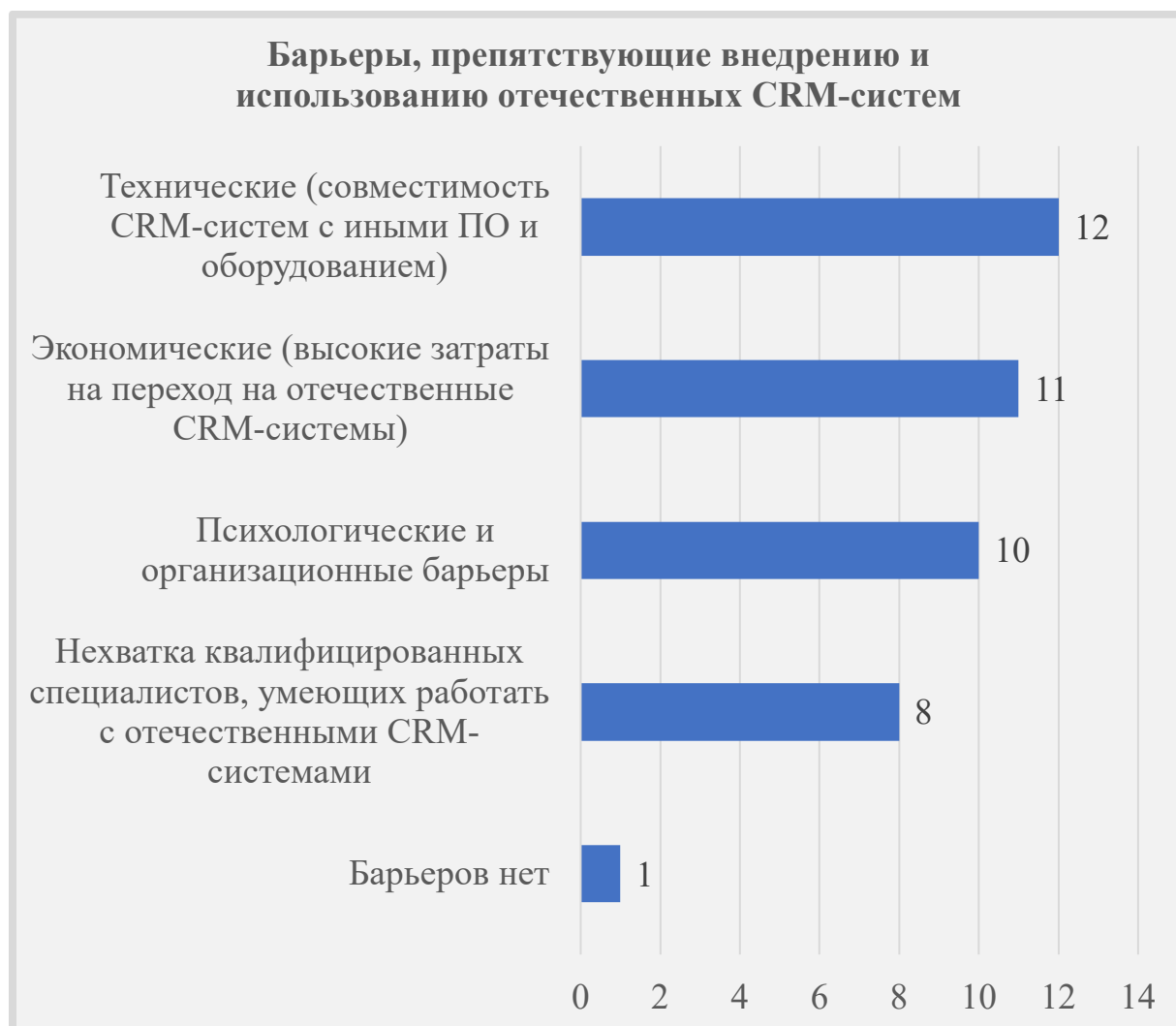
Анализ мер государственной поддержки перехода на отечественные CRM-системы:

Абсолютное лидерство с 15 голосами получила инициатива по поддержке разработки совместимости CRM-систем с существующим программным обеспечением, что подчеркивает критическую важность технической интеграции.

Второе место с небольшим отрывом занимает компенсация затрат на внедрение отечественных CRM-систем (12 голосов), указывая на существенную роль финансовой составляющей в процессе перехода. Образовательная составляющая также находит значительную поддержку — по 9 голосов получили включение CRM-систем в учебные программы и курсы с сертификациями для специалистов.

Административные меры получили 6 голосов за налоговые льготы и 5 голосов за предоставление приоритета в госсекторе. Примечательно, что 2 участника считают меры поддержки излишними, что может быть связано

с относительной простотой внедрения CRM-решений по сравнению с другими системами.



8.4. Запросы предприятий на функциональность, сопровождение, обучение

Операционные системы

Запросы предприятий по развитию отечественных ОС:

Предприятия предъявляют высокие требования к функциональной совместимости отечественных ОС с существующими решениями. Отмечается недостаточная интеграция с программно-аппаратными комплексами и драйверами. Как показывает практика, многие системы не обеспечивают необходимый уровень взаимодействия с оборудованием. Особенно остро эта проблема стоит в случае с специализированным оборудованием, о чем свидетельствует пример одной

из отечественных ОС, которая «на современных и не очень ноутбуках Lenovo X1 не запускается вообще – просто не видит кучу устройств».

Техническое сопровождение отечественных ОС требует существенного улучшения. Предприятия отмечают недостаточную надежность работы систем и несвоевременную актуализацию поддержки современных протоколов. Это создает серьезные препятствия для эффективного использования ОС в производственных процессах.

Системные требования отечественных ОС вызывают существенные нарекания со стороны предприятий. Отмечается, что «требования по аппаратной части гораздо выше, чем у ОС Windows», что приводит к дополнительным затратам на обновление оборудования и снижению эффективности использования существующих ресурсов.

Образовательный аспект внедрения отечественных ОС требует особого внимания. Предприятия указывают на необходимость усиления информационной поддержки и организации обучающих мероприятий. Существующая ситуация характеризуется низким уровнем осведомленности о возможностях отечественных ОС: «Про отечественные ОС мало что известно, и не говорят в информационном пространстве». Предприятия заинтересованы в демонстрации успешных кейсов применения и практических примерах использования.

Анализ запросов предприятий показывает, что для успешного внедрения отечественных ОС необходимо комплексное решение вопросов функциональности, сопровождения и обучения. Особое внимание следует уделить повышению совместимости с существующим оборудованием, улучшению качества технической поддержки и развитию системы обучения пользователей. Эффективное решение этих задач позволит существенно повысить уровень внедрения отечественных операционных систем.

Коммуникационное ПО

Запросы предприятий по развитию отечественных коммуникационных ПО:

Техническая надежность отечественного ПО вызывает вопросы у пользователей. Респонденты отмечают, что «отечественное ПО не всегда

качественно работает на всех устройствах», что создает препятствия для его эффективного использования в корпоративной среде.

Набор возможностей существующих решений не полностью соответствует потребностям бизнеса. Предприятия указывают на отсутствие важных функций, таких как:

- возможность одновременного отображения участников конференции, презентации и работы с ней («например, возможность одновременно видеть участников конференции, презентацию, а также работать с презентацией. Данного функционала нет в ответственном ПО, к сожалению!»);
- поддержка многоязычных видеоконференций и встроенных переводчиков («часто отсутствие поддержки в отечественном ПО переводчиков для многоязычных видеоконференций»).

Модель лицензирования отечественного ПО отличается от зарубежных аналогов, что влияет на экономическую эффективность внедрения. Как отмечают респонденты, «разница в видах лицензирования, сказывающаяся на итоговой стоимости» создает дополнительные сложности при планировании бюджета на внедрение.

Анализ запросов показывает, что для успешного внедрения отечественного коммуникационного ПО необходимо:

- улучшение технической надежности и совместимости;
- расширение функциональности до уровня международных аналогов;
- оптимизация моделей лицензирования;
- создание благоприятных условий для развития отечественных разработчиков.

Офисные пакеты

Запросы предприятий по развитию отечественных офисных пакетов:

Предприятия выражают заинтересованность в существенном расширении функциональных возможностей офисных пакетов. Особое внимание уделяется вопросам полноценной поддержки работы с формулами и вычислениями,

как отмечается в запросах пользователей: «как в яндекс офисе сделать формулу?». Существенные нарекания вызывает производительность при работе с презентациями, где фиксируется проблема зависаний: «почему при создании презентации в чем-то, отличном от майкрософт офиса всё виснет?».

Важным направлением является развитие функционала до уровня современных офисных решений. Пользователи подчеркивают необходимость обеспечения полного набора инструментов: «они не имеют полноценных функций, что имеют иностранные программные продукты». При этом отмечается острая потребность в поддержке всех основных и специализированных форматов документов, включая «поддержку основных и малораспространенных форматов документов».

В области интеграционных возможностей предприятия видят необходимость обеспечения полной совместимости форматов файлов. Особую актуальность приобретает вопрос взаимодействия между различными офисными решениями: «проблемы совместимости docx, pptx, xls-файлов, созданных в иностранных офисных пакетах и отечественных решениях».

Удобство работы остается критически важным аспектом развития отечественных офисных пакетов. Предприятия заинтересованы в создании интуитивно понятного интерфейса с удобной логистикой управления: «интерфейс (расположение иконок), логистика управления...». Важным фактором является сохранение привычных паттернов работы: «удобство и привычность использования, общий уровень использования во многих юридических лицах».

Развитие продукта должно быть направлено на создание конкурентоспособных решений. При этом респонденты отмечают существующие преимущества зарубежных аналогов: «...западный софт доступен. Удобен. Бесплатен. Нет повода менять», «удобство использования и функциональность иностранных аналогов значительно лучше, чем у программ открытого доступа».

Для успешного внедрения отечественных офисных пакетов необходимо:

- расширить базовый функционал до уровня международных аналогов;
- улучшить совместимость с различными форматами документов;
- оптимизировать пользовательский интерфейс;

- обеспечить более плавную адаптацию при переходе с зарубежных решений;
- повысить общую удобство использования продуктов.

Почтовые приложения

Запросы предприятий по развитию отечественных почтовых приложений:

Предприятия отмечают необходимость расширения функциональных возможностей отечественных почтовых решений. Существующие продукты пока не соответствуют требованиям пользователей: «отечественные не дотягивают по функционалу». Особую значимость приобретает разработка решений, способных работать независимо от крупных вендоров.

Важным аспектом развития является создание почтовых клиентов с открытой лицензией. Предприятия заинтересованы в решениях, распространяемых под свободной лицензией: «нет отечественных почтовых клиентов, способных работать независимым от крупных вендоров почтовым сервером, распространяемых под свободной (GPL-подобной) лицензией».

Для успешного развития отечественных офисных пакетов необходимо:

- систематически работать над расширением функционала;
- улучшать качество интеграции с другими системами;
- оптимизировать пользовательский опыт;
- обеспечивать постоянную поддержку и развитие продукта.

Браузеры

Запросы предприятий по развитию отечественных браузеров:

Предприятия обращают особое внимание на вопросы оптимизации ресурсов. Существующие решения демонстрируют высокие требования к аппаратному обеспечению: «ЯБраузер очень тяжелый для офисного оборудования из-за перегруженности рекламой, сбором данных о действиях пользователя, голосового помощника и прочего принудительного спама».

Важнейшим требованием является повышение надежности функционирования браузеров. Пользователи отмечают необходимость: «повышения стабильности и надежности», что особенно критично для корпоративной среды.

Особое внимание уделяется вопросам защиты данных и приватности. Пользователи выражают обеспокоенность наличием: «встроенных рекламных трекеров и иных неудобств», которые могут создавать риски для корпоративной безопасности.

Для успешного развития отечественных браузеров необходимо:

- оптимизировать потребление ресурсов;
- повысить стабильность работы;
- обеспечить баланс между функциональностью и производительностью;
- устранить нежелательные компоненты;
- обеспечить соответствие корпоративным требованиям безопасности.

PLM-системы

Запросы предприятий по развитию отечественных PLM-систем:

Предприятия отмечают существенную разницу в функциональном наполнении отечественных и зарубежных решений: «есть ощутимая разница в функционале». Существует необходимость в расширении базового функционала, обеспечении полного покрытия производственных процессов и создании унифицированных рабочих процессов.

Важным аспектом является адаптация систем под потребности пользователей. Отмечается, что: «отечественная система не всегда повторяет иностранную», что требует упрощения рабочих процессов, разработки интуитивно понятного интерфейса и создания единых стандартов работы.

Предприятия обращают внимание на вопросы надежности и совместимости: «техническая совместимость и общая «сырость» решений». Необходимо, повысить стабильность работы систем, обеспечить совместимость с существующим оборудованием, улучшить интеграционные возможности.

Существенной проблемой является привыкание специалистов к новым решениям, особенно учитывая: «пиратские версии ПО, на котором специалисты привыкли работать». Требуется разработка программ обучения, создание методических материалов, организация технической поддержки.

Внедрение PLM-систем требует комплексного подхода к подготовке инфраструктуры: «на внедрение PLM-системы нужно развивать автоматизацию и дополнительные кадры, хорошо умеющие работать с системой». Необходимо планирование ресурсов, подготовка квалифицированных специалистов и обеспечение технической поддержки.

Для успешного развития отечественных PLM-систем необходимо:

- расширить функциональность до уровня международных аналогов;
- обеспечить удобство использования;
- повысить надежность работы;
- разработать программы обучения персонала;
- создать комплексную систему поддержки.

CAD-системы

Запросы предприятий по развитию отечественных CAD-систем:

Организации отмечают существенные различия между отечественными и зарубежными решениями, подчеркивая, что «без комментариев – различия огромные». Особую актуальность приобретает разработка тяжелых САПР-решений, поскольку, как отмечают специалисты, «нет отечественных тяжелых САПР». При этом значительное внимание уделяется улучшению работы с большими сборками, что является критически важным для современного проектирования.

Важным аспектом развития является оптимизация производительности систем. Пользователи отмечают, что «работа в Autodesk решениях заметно производительнее», что создает определенные сложности при переходе на отечественные аналоги. Особое внимание уделяется необходимости создания более интуитивно понятного интерфейса, поскольку существующие решения требуют значительных усилий для освоения («Отечественным ПО нужен более интуитивно понятный интерфейс. Тот же T-flex сложен для освоения...»).

Предприятия подчеркивают необходимость развития специализированного функционала. Отмечается, что «моделирование поверхностей в системе NX гораздо удобнее и адаптивнее», а также указывается на преимущества

зарубежных систем в работе со сложными сборками. При этом отечественные решения демонстрируют сильные стороны в оформлении чертежей по ГОСТ и ЕСКД, а также при обучении начинающих специалистов («Компас 3D лучше в плане оформления чертежей по ГОСТ и ЕСКД и удобен для начинающих, но SolidWorks и Inventor, обладают более широкими возможностями для работы с параметрическим моделированием и более удобны для создания сложных 3-х мерных моделей.»)

Существенными являются вопросы ценообразования и доступности решений. Специалисты отмечают высокую стоимость модульной структуры, указывая, что «каждый модуль надо покупать, это очень дорого». При этом признается, что многие «отечественные разработки за последние три года не смогли достичь уровня систем, развивавшихся на протяжении 25 лет».

Важным направлением развития является создание качественной системы обучения. Предприятия подчеркивают необходимость организации курсов для специалистов на местах и внедрения отечественных решений в вузовское обучение. Особое внимание уделяется развитию компетенций в авиационной отрасли и сфере БАС («Качественные курсы для специалистов отрасли на местах. Внедрение отечественных CAD в вузовском обучении»).

Серьезной проблемой является сложность переноса старых проектов в новые системы, поскольку «старые изделия в старых системах» требуют значительных усилий для адаптации («Старые изделия в старых системах. их очень трудоемко переносить в новые»).

Дополнительные вызовы для развития отечественных решений создают пиратских версий зарубежного полнофункционального ПО («Доступны пиратские версии зарубежного полнофункционального ПО»).

Для успешного развития отечественных CAD-систем необходимо:

- расширить функциональность до уровня международных аналогов;
- повысить производительность работы;
- улучшить пользовательский интерфейс;
- разработать конкурентоспособные ценовые предложения;

- создать эффективную систему обучения;
- обеспечить поддержку специализированных отраслевых задач.

CAE-системы

Запросы предприятий по развитию отечественных CAE-систем:

Предприятия отмечают схожесть проблем с CAD-системами. Особое внимание уделяется развитию функциональности и совершенствованию пользовательского интерфейса, поскольку эти аспекты являются критически важными для успешного внедрения.

Существенным ограничением при переходе на отечественные решения становится существующая база данных, подготовленная для расчетов в зарубежных системах. Как отмечают специалисты, «базы данных уже подготовлены для расчета в иностранных CAE», что создает значительные препятствия при внедрении отечественных аналогов.

На рынке существует серьезная конкуренция со стороны зарубежного ПО. Отмечается, что «западный софт доступен у наших заказчиков», что затрудняет продвижение отечественных решений. Предприятия сталкиваются с трудностями при попытке мотивировать заказчиков переходить на платное отечественное ПО.

Важным аспектом успешного внедрения является обеспечение единой рабочей среды для всех участников процесса. Как подчеркивают специалисты, «исполнитель и заказчик в своих работах должны работать в одной среде», иначе переход на отечественное ПО теряет смысл.

Серьезным препятствием становится устоявшаяся практика использования зарубежного ПО. Сотрудники привыкли к определенным инструментам и интерфейсам, что создает дополнительное сопротивление при внедрении новых решений. «Сила привычки сотрудников» становится одним из ключевых факторов, замедляющих процесс перехода.

Для успешного развития отечественных CAE-систем необходимо комплексное решение ряда задач:

- совершенствование функциональности до уровня зарубежных аналогов;

- создание удобных интерфейсов;
- разработка механизмов миграции существующих баз данных;
- формирование конкурентных преимуществ перед бесплатным зарубежным ПО;

- обеспечение единой рабочей среды для всех участников процесса;
- организация программ обучения и адаптации персонала.

САМ-системы

Запросы предприятий по развитию отечественных САМ-систем:

Предприятия отмечают существенные различия в интерфейсах и удобстве использования систем. Как указывают специалисты, «иностранные более высокоэффективней с позиции функционала, интерфейс пользователя более лучший». Особое внимание уделяется необходимости создания интуитивно понятных интерфейсов и развития базовых функций.

Важным аспектом является развитие специализированного функционала. Зарубежные решения демонстрируют высокую адаптивность, которые позволяют просчитывать любые траектории обработки, интегрировать мощные CAD-модули, автоматизировать выпуск технологической документации.

Предприятия подчеркивают необходимость развития инструментов для сложных производственных задач. Отмечается, что «у иностранных САМ-систем более продвинутые инструменты для многоосевой обработки», а также более широкие возможности интеграции и поддержки различных форматов.

Отечественные решения пока подходят преимущественно для начинающих специалистов и учебных задач. При этом для сложных производственных процессов предприятия предпочитают использовать зарубежные аналоги, обладающие более широким функционалом.

Некоторые эксперты высказывают мнение о целесообразности развития open source решений с обеспечением их совместимости. Это обусловлено следующими факторами:

- возможность оперативного обновления;

- актуальность версий;
- гибкость в адаптации под локальные задачи.

Для успешного развития отечественных САМ-систем необходимо:

- совершенствование пользовательского интерфейса;
- развитие технологического функционала;
- создание инструментов для сложных производственных задач;
- учет специфики российского рынка;
- обеспечение конкурентоспособности решений.

САРР-системы

Запросы предприятий по развитию отечественных САРР-систем:

Предприятия отмечают важность повышения удобства работы с отечественными системами.

MES-системы

Запросы предприятий по развитию отечественных MES-систем:

Предприятия отмечают, что «отечественная система не всегда повторяет иностранную», из-за чего «для выполнения одной и той же операции требуется понимание последовательности действий». Это указывает на существенные различия в функциональном наполнении и интерфейсных решениях между отечественными и зарубежными программными продуктами.

ERP-системы

Запросы предприятий по развитию отечественных ERP-систем:

Предприятия обращают внимание на вопросы повышения квалификации специалистов и совершенствования технического наполнения программных продуктов. Профессиональное развитие сотрудников становится критически важным фактором успешной эксплуатации систем, поскольку современные бизнес-процессы требуют глубоких знаний как в области предметной специфики, так и в сфере информационных технологий.

CRM-системы

Запросы предприятий по развитию отечественных CRM-систем:

В сфере развития CRM-систем предприятия акцентируют внимание на необходимости совершенствования функционального наполнения программных продуктов.

Особое внимание уделяется необходимости создания интуитивно понятного интерфейса и обеспечения бесшовной работы всех компонентов системы. Предприятия ожидают, что развитие функционала CRM-решений будет направлено на повышение эффективности работы с клиентами и обеспечение конкурентных преимуществ бизнеса.

9. Обзор нормативно-правовой базы

9.1. Нормативно-правовая база, регулирующая разработку ПО в Российской Федерации

Основные стандарты и требования:

– ГОСТ Р 56939-2016 «Защита информации. Разработка безопасного программного обеспечения. Общие требования» — основной стандарт, регламентирующий процесс разработки безопасного ПО. Применяется для:

- разработчиков и производителей ПО;
- организаций, оценивающих соответствие процессов разработки;
- формирования мер контроля безопасности.

– ГОСТ 28806-90 устанавливает термины и определения в области качества программных средств.

Стандарты качества и процессов:

– ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207 регулирует процессы жизненного цикла программных средств;

– ГОСТ Р ИСО/МЭК 14764 определяет процессы сопровождения программных средств;

– ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288 устанавливает основы описания жизненного цикла систем.

Требования к безопасности:

– ГОСТ Р 51188-98 регламентирует испытания программных средств на наличие вирусов;

– ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001 определяет требования к системам менеджмента информационной безопасности.

Особенности регулирования:

– постановление Правительства Российской Федерации от 22 августа 2022 г. № 1478 «Об утверждении требований к программному обеспечению, в том числе в составе программно-аппаратных комплексов, используемому органами государственной власти, заказчиками...» устанавливает требования к ПО для госорганов:

- обязательное включение в реестр российского ПО;
- особые требования к закупкам иностранного ПО;
- необходимость согласования при использовании на объектах критической информационной инфраструктуры.

Дополнительные документы:

– ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408 серия стандартов по оценке безопасности информационных технологий;

– ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126 определяет характеристики качества программного обеспечения;

– ГОСТ Р ИСО/МЭК 15910 регламентирует процесс создания документации пользователя.

9.2. Недостатки существующего регулирования

Существующее правовое регулирование разработки программного обеспечения в России характеризуется рядом недостатков, которые негативно влияют на эффективность всего процесса создания и использования ПО.

На этапе планирования и проведения конкурсных процедур наблюдается ряд системных проблем. Механизмы формирования технических требований остаются несовершенными: заказчики часто не уделяют должного внимания вопросам управления интеллектуальными правами, что приводит к пробелам в регламентации объема прав и их разграничения между участниками процесса.

Серьезным недостатком является отсутствие системной практики повторного использования существующего программного обеспечения. Заказчики не обязаны учитывать возможность применения уже созданных для государственных нужд программных продуктов, что приводит к неоправданному дублированию разработок и распространению устаревших решений.

В сфере экспертной оценки заявок существует значительный пробел. Отсутствуют утвержденные методики для анализа авторских прав, оценки трудоемкости разработки и экономического обоснования затрат, что снижает качество отбора исполнителей.

Правовое регулирование и распоряжение правами на созданное ПО характеризуется существенной неопределенностью. Отсутствует унифицированный порядок определения объема и раздела исключительных прав на программное обеспечение, разработанное за счет бюджетных средств.

Особую проблему представляет правовой статус производных программных продуктов, созданных на основе модификации существующего ПО. Недостаточно урегулированы вопросы их охраноспособности и правового режима. Механизм регистрации программ для ЭВМ также требует совершенствования, поскольку не обеспечивает должной правовой охраны и легитимации прав.

Качество программного обеспечения страдает из-за отсутствия единых критериев при приобретении лицензий. Существующая нормативная база жизненного цикла ПО существенно устарела и не соответствует современным

технологическим реалиям. Добровольный характер сертификации снижает эффективность контроля качества создаваемого программного обеспечения.

Все эти проблемы в совокупности приводят к серьезным негативным последствиям: неэффективному использованию бюджетных средств, возникновению правовых рисков для государственных заказчиков, снижению качества создаваемого ПО и технологическому отставанию от современных требований.

9.3. Направления для совершенствования текущего законодательства (стандарты, сертификация, меры поддержки разработчиков)

В области стандартизации и технических требований необходимо сформировать комплексную систему регулирования, включающую разработку единых стандартов качества и безопасности программного обеспечения. Важно установить четкие требования к документации, процедурам тестирования и верификации программных продуктов, а также разработать методологию оценки их соответствия заявленным характеристикам.

Важно разработать процедуры подтверждения происхождения ПО и отсутствия нарушений авторских прав, а также установление механизмов контроля качества в процессе эксплуатации.

Государственная поддержка разработчиков должна осуществляться через комплекс мер, направленных на стимулирование инновационной деятельности. Представляется целесообразным расширить налоговые льготы для компаний-разработчиков, поддерживать систему грантового финансирования перспективных проектов, внедрять механизмы софинансирования программ импортозамещения.

Крайне важно развивать систему подготовки кадров и предоставлять преференции при государственных закупках отечественного ПО.

Правовое регулирование в сфере ПО требует совершенствования механизмов защиты интеллектуальной собственности, установления четкой ответственности за нарушение требований к использованию программных продуктов. Важно создать правовые основы для развития открытого программного обеспечения

и разработать нормативные акты, обеспечивающие кибербезопасность и защиту данных.

В сфере международного сотрудничества приоритетным направлением является разработка отечественных стандартов, которые не противоречат международными требованиями. Необходимо развивать механизмы взаимного признания сертификатов, создавать площадки для обмена опытом с зарубежными разработчиками и формировать правовые основы для экспорта российского ПО на международные рынки.

10. Рекомендации

10.1. Для государства: нормативно-правовая база, программы мер поддержки, стимулирование внедрения

Стратегические направления государственной поддержки развития внедрения отечественных ИТ-решений в отрасли БАС:

Необходимо продолжить работу по адаптации законодательства к быстро развивающейся ИТ-сфере. Это включает в себя совершенствование правовых механизмов в области разработки ПО и защиты интеллектуальной собственности, разработку понятных стандартов сертификации и тестирования программного обеспечения, а также формирование прозрачных механизмов контроля его качества и соответствия заявленным характеристикам.

Крайне важно создать благоприятные условия для роста ИТ-компаний через прямые и косвенные меры стимулирования. К ним относятся предоставление грантов и субсидий разработчикам отечественного ПО, особенно в проектах, направленных на создание критически важного и импортозамещающего программного обеспечения. Дополнительными стимулами должны стать целевые налоговые льготы для компаний-разработчиков, поддержка экспорта российских ИТ-решений, стимулирование частных инвестиций в сектор, а также создание фондов для развития ИТ-инфраструктуры, таких как технопарки и инновационные кластеры.

Разработка ПО должна быть подкреплена спросом со стороны рынка. Для формирования этого спроса рекомендуется создавать преференции

для отечественного ПО при госзакупках, разрабатывать подробные методические рекомендации по переходу на российское программное обеспечение и формировать отраслевые реестры рекомендованных решений. Важно организовать площадки для обмена опытом, поддерживать сообщества разработчиков, в том числе открытого ПО, и проводить хакатоны для выявления новых талантов. Для снижения барьеров внедрения необходимы обучающие программы для пользователей и разработка механизмов страхования рисков.

Устойчивое развитие отрасли невозможно без мощной образовательной базы. Следует инициировать и финансировать специальные образовательные программы для подготовки высококвалифицированных специалистов, а также поддерживать создание и деятельность профильных исследовательских лабораторий и центров компетенций на базе вузов и отраслевых компаний.

Для оценки эффективности принимаемых мер необходимо создать прозрачную систему мониторинга. Она должна включать в себя регулярную оценку эффективности программ поддержки, постоянный мониторинг качества внедряемого ПО и контроль соблюдения требований кибербезопасности. Также необходим механизм сбора обратной связи для оценки удовлетворённости пользователей и анализа рынка для выявления потребностей в новых продуктах.

В условиях меняющейся геополитической обстановки важно развивать партнёрские отношения с дружественными странами. Приоритетами должны стать обмен опытом в сфере разработки и внедрения ПО, создание совместных проектов с зарубежными разработчиками и активное продвижение российских ИТ-решений на международных рынках.

10.2. Для разработчиков ПО: развитие решений, востребованные направления и классы

Для разработчиков системного ПО

Рекомендации для разработчиков российского системного ПО:

Основополагающим требованием является создание полностью независимой инфраструктуры разработки, свободной от влияния зарубежных компаний.

Это включает в себя развертывание собственного репозитория программных пакетов с обязательной тщательной проверкой каждого компонента, а также полную локализацию всех инструментов и процессов разработки на территории РФ. Все стадии создания ОС должны строго соответствовать требованиям отечественных ГОСТ и регуляторов, а конечный продукт подлежит обязательной сертификации в ФСТЭК, ФСБ и других профильных ведомствах.

С технической точки зрения система должна быть многоплатформенной, с обязательной поддержкой отечественных процессоров, таких как «Эльбрус» и «Байкал». Архитектура должна быть модульной для обеспечения лёгкого обновления компонентов, оптимизированной под различные аппаратные платформы, а также включать встроенные средства защиты информации на базе российской криптографии. Не менее важна поддержка технологий виртуализации и облачных развёртываний.

Функциональные требования диктуют необходимость глубокой интеграции с отечественными и зарубежными цифровыми решениями. Интеграционные возможности ОС должны охватывать совместимость с широким спектром отечественного прикладного ПО и различных СУБД, обеспечивать взаимодействие с системами видеонаблюдения, контроля доступа, средствами электронной подписи и корпоративными информационными системами и др. Система должна быть оснащена удобными инструментами миграции с иностранных ОС.

Безопасность и защита данных необходимо реализовывать через многоуровневую систему защиты, проводить регулярный аудит безопасности кода и внедрять российские стандарты шифрования.

Для обеспечения положительного пользовательского опыта интерфейс должен быть интуитивно понятным и настраиваемым, с полной русскоязычной локализацией всех компонентов. Необходимо организовать техническую поддержку на территории РФ, подготовить подробные обучающие материалы и документацию, а также наладить надёжную систему обновлений, гарантирующую безопасность.

Среди перспективных направлений развития следует выделить внедрение элементов искусственного интеллекта для оптимизации работы системы

и машинного обучения для предиктивной диагностики, дальнейшее развитие облачных технологий.

Экономические аспекты предполагают внедрение гибкой модели лицензирования, организацию бесплатного тестирования для корпоративных клиентов и предоставление долгосрочной поддержки продукта.

Для разработчиков офисного ПО

Рекомендации для разработчиков российского офисного ПО:

В рамках рекомендаций для разработчиков российского офисного ПО ключевое внимание предлагается направить на обеспечение безопасности данных и соответствию требованиям регуляторов. Важными аспектами являются интеграционные возможности с существующими российскими системами, полная локализация интерфейса и документации на русский язык, а также поддержка отечественных стандартов документооборота. Решения должны быть масштабируемы под различные типы организаций.

С технической точки зрения, архитектура должна быть модульной для легкого обновления компонентов, использовать облачные технологии для масштабирования и предоставлять API для интеграции с другими системами. Критически важны автоматическое обновление без потери данных и тщательное тестирование производительности при высоких нагрузках.

В области пользовательского опыта приоритетом является интуитивный интерфейс с возможностью кастомизации, подкрепленный обучающими материалами и базой знаний. Необходимо обеспечить круглосуточную техническую поддержку, наладить обратную связь от пользователей для улучшения продукта и выпускать регулярные обновления с учетом потребностей рынка.

К перспективным направлениям развития относятся применение искусственного интеллекта для автоматизации рутинных задач и машинного обучения для улучшения распознавания документов. Для повышения безопасности рассматривается внедрение биометрической аутентификации, а для обеспечения целостности данных – блокчейн-технологии. Также актуальна интеграция с офисными устройствами через интернет вещей.

Что касается коммуникационного ПО, оно должно быть многоплатформенным и иметь кросс-браузерную совместимость. Обязательными требованиями являются шифрование сообщений, защита каналов связи, постоянное развитие функциональных возможностей, а также облачное хранение данных с возможностью офлайн-доступа.

Офисные пакеты должны обеспечивать совместимость форматов с популярными типами документов и поддерживать совместную работу над ними. Ценность продукту добавляют встроенные шаблоны для типовых документов, функция автоматического сохранения и восстановления, а также использование привычных интерфейсов. Необходимо направить усилия на сокращение функционального отставания от зарубежных решений.

Почтовые приложения должны быть оснащены эффективными антиспам-фильтрами и защитой от фишинга. Обязательными функциями являются поддержка шифрованной почты, цифровой подписи и возможность работы в офлайн-режиме.

Браузеры должны демонстрировать высокую производительность при работе с российскими сайтами и иметь встроенный антивирус с защитой от вредоносных ресурсов. Необходима поддержка российских сертификатов безопасности, обеспечение приватности данных, защита от трекинга и уменьшение количества рекламных баннеров.

Для разработчиков промышленного ПО

Рекомендации для разработчиков промышленного программного обеспечения:

Рекомендации для разработчиков промышленного ПО – соответствие строгим стандартам качества и безопасности, а также надежность и отказоустойчивость при работе с критическими данными. Ключевыми требованиями являются мощные интеграционные возможности с существующими производственными системами, масштабируемость решений под различные типы производств и полноценная поддержка многопользовательского режима работы.

С технической точки зрения, архитектура обязана соответствовать следующим критериям: обладать модульностью для упрощения обновлений

и включать развитые API-интерфейсы для беспрепятственной интеграции со сторонними системами. Неотъемлемыми компонентами являются механизмы обновления без потери данных и обязательное тестирование производительности в условиях высоких нагрузок.

Для обеспечения положительного пользовательского опыта необходим интуитивный интерфейс с возможностью кастомизации, который подкрепляется обучающими материалами и базой знаний. Разработчикам следует организовать круглосуточную техническую поддержку, наладить каналы обратной связи от пользователей и выпускать регулярные обновления, учитывающие потребности рынка.

К перспективным направлениям развития относится внедрение искусственного интеллекта для оптимизации процессов и машинного обучения для прогнозирования результатов. Значительный потенциал имеют технологии цифровых двойников для цифрового тестирования разрабатываемых решений, интернет вещей для мониторинга состояния оборудования и облачные вычисления для управления распределенными производствами.

Для PLM-систем критически важно обеспечить сквозное управление жизненным циклом изделия на всех стадиях, создавая ассоциативные связи между данными. Функционал должен включать средства для параллельной работы сотрудников через дистанционные порталы, имитационного моделирования для прогнозирования характеристик, а также создания цифровых двойников как самих изделий, так и всего производства.

Развитие CAD-систем должно быть сфокусировано на совершенствовании трехмерного моделирования, обеспечивающего высокую точность, с особым вниманием к работе со сложной геометрией и поверхностному моделированию. Важными аспектами являются параметризация и вариативное проектирование, постоянное пополнение библиотек стандартными элементами и компонентами, а также расширение общего функционала. Обязательными являются инструменты для проверки коллизий, анализа моделей и обеспечения беспрепятственного экспорта и импорта в различные форматы.

Для CAE-систем приоритетом является глубокая интеграция с CAD-системами и общее совершенствование вычислительного функционала. Идеалом является объединение всех видов инженерных расчетов (прочности, термодинамики, гидрогазодинамики и др.) в единой среде или, как минимум, их тесная интеграция в рамках экосистемы. Дополнительными задачами выступают разработка надежных механизмов миграции данных, инструменты для оптимизации конструкций и визуализация результатов расчетов.

Функционал САМ-систем должен охватывать программирование ЧПУ для всех типов обработки, для чего необходимо улучшение симуляции процессов, оптимизация траекторий движения инструмента и постоянное пополнение библиотек инструментов и режимов резания. Необходимо развивать постпроцессоры для различных станков и повышать степень интеграции с CAD-системами.

Что касается CAPP-систем, их основное назначение – автоматизация проектирования технологических процессов. Это возможно достичь только за счет создания обширных баз данных технологических решений, инструментов для стандартизации процессов и автоматизированного формирования всей необходимой технологической документации.

Для разработчиков средств управления процессами организации

Рекомендации для разработчиков средств управления процессами организации:

Разработка систем управления процессами организации должна основываться на ряде фундаментальных требований. Ключевыми из них являются масштабируемость решений, позволяющая адаптировать продукт под нужды как малого бизнеса, так и крупных корпораций, и глубокая интеграция с существующим ИТ-ландшафтом предприятия, включая бухгалтерские программы, системы документооборота и аппаратное обеспечение. Все решения обязаны соответствовать строгим отраслевым стандартам и нормативам, таким как ГОСТы и отраслевые регламенты. Непреложным приоритетом является обеспечение безопасности данных на всех уровнях, включая защиту от внешних угроз и несанкционированного внутреннего доступа, а также реализация надежного

многопользовательского режима работы с детальным разграничением прав доступа в соответствии с ролевой моделью.

С технической точки зрения, предпочтение следует отдавать микросервисной архитектуре, которая обеспечивает гибкость разработки, независимое масштабирование компонентов и повышенную отказоустойчивость. Развитие облачных решений критически важно для обеспечения высокой доступности, масштабируемости и снижения затрат на инфраструктуру. Для построения экосистемы необходимо разрабатывать полноценные и хорошо документированные API-интерфейсы, обеспечивающие простую интеграцию со сторонними системами. Обязательными являются надежные механизмы регулярного резервного копирования и быстрого восстановления данных. Архитектура должна быть рассчитана на высокую производительность при обработке больших объемов структурированных и неструктурированных данных.

Пользовательский опыт является ключевым фактором успешного внедрения. Интуитивно понятный и минималистичный интерфейс значительно снижает порог вхождения и затраты на обучение. Для повышения эффективности работы необходимо предоставлять пользователям возможности персонализации своего рабочего пространства (настраиваемые дашборды, панели инструментов). В современном мире обязательна полнофункциональная мобильная версия для удаленной работы и оперативного согласования задач. Наличие развернутых обучающих материалов (гайды, видеоуроки, интерактивные тренажеры) и контекстной справочной системы внутри продукта является стандартом ожидания. Круглосуточная техническая поддержка, включающая не только решение инцидентов, но и консультации по эффективному использованию системы, завершает картину качественного сервиса.

К перспективным направлениям для развития таких систем относится повсеместное внедрение искусственного интеллекта для предиктивной аналитики (прогнозирование оттока клиентов, спроса, рисков срыва поставок) и машинного обучения для оптимизации процессов (например, автоматическое назначение наилучшего маршрута или ресурса). Технологии Интернета вещей (IoT) открывают

возможности для предиктивного мониторинга состояния оборудования и предотвращения простоев. Блокчейн может быть использован для обеспечения неизменяемости и прозрачности критически важных операций, таких как отслеживание цепочек поставок или ведение реестров.

MES-системы должны направлять весь фокус развития на оперативном управлении производством в реальном времени. Критическое значение для данных систем имеет глубокая интеграция с промышленным оборудованием (станками с ЧПУ, роботами) и системами АСУ-ТП для двустороннего обмена данными.

ERP-системы должны обеспечить всестороннюю аналитику и сквозную отчетность, позволяющая руководству принимать взвешенные решения на основе актуальных данных. Система должна быть полностью адаптирована для работы в России: автоматизировать бухгалтерские и налоговые процессы, поддерживать электронный документооборот и все необходимые юридически значимые действия (КЭП, цифровые визы).

CRM-системы в современном мире должны быть максимально открытыми и обеспечивать бесшовную интеграцию со всеми каналами коммуникации (телефония, email, мессенджеры, социальные сети).

Ключевым направлением работы разработчиков прикладного ПО выступает непрерывное технологическое совершенствование существующих решений с активным внедрением разработок в области искусственного интеллекта.

Важнейшим аспектом развития отрасли является унификация пользовательских интерфейсов ПО для управления БАС. Создание стандартизированных решений позволит обеспечить комфортную работу операторов БАС при переходе между различными типами оборудования и продукцией разных производителей.

Стратегическое значение имеет развитие open-source инициатив, которые способны существенно усилить конкурентные позиции отечественных разработчиков на международном рынке. Открытые решения способствуют привлечению широкого сообщества специалистов к совершенствованию существующих программных продуктов и ускоряют процесс создания передовых решений.

Особого внимания заслуживает совершенствование симуляторов БАС, которые должны регулярно обновляться с учетом расширения парка БВС и включения новых сценариев применения дронов. Это позволит обеспечить качественную подготовку специалистов и тестирование новых технологических решений в условиях, максимально приближенных к реальным.

Не менее важным направлением выступает развитие фотограмметрического программного обеспечения. Необходимо совершенствовать механизмы интеграции с другими системами и оптимизировать процессы передачи данных, создавая единые стандарты взаимодействия между различными компонентами программного комплекса.

10.3. Для организаций отрасли: внедрение, подготовка кадров, пилотные проекты

Рекомендации по внедрению отечественного ПО для организаций.

Для успешного перехода на отечественное программное обеспечение организациям следует придерживаться стратегического подхода, начинающегося с разработки детальной дорожной карты. Данный план должен основываться на всестороннем аудите существующего ИТ-ландшафта и глубоком анализе рынка доступных решений, обеспечивая минимизацию операционных рисков и исключение простоев в критически важных бизнес-процессах. На данном этапе крайне важно заложить в бюджет необходимые ресурсы, признав их стратегической инвестицией в долгосрочную технологическую независимость.

Следующим ключевым шагом является валидация выбора через запуск пилотных проектов. Апробация решения на ограниченном круге задач или в одном департаменте позволяет объективно оценить его эффективность через предварительно определенные критерии успеха (KPI). Полученные количественные и качественные данные, а также детальная обратная связь от команды служат единственным основанием для принятия решения о полномасштабном внедрении или поиске альтернативы.

Не менее критичный аспект заключается в комплексной подготовке кадров и активном управлении изменениями. Преодоление сопротивления персонала требует формирования продуманной программы обучения с привлечением вендоров-разработчиков, включающей не только технические тренинги, но и ознакомительные мероприятия. Целесообразно назначить внутренних экспертов для оперативной поддержки и сформировать базу знаний с инструкциями и лучшими практиками. Мотивация сотрудников должна быть пересмотрена через включение в КРІ показателей, отражающих успешное освоение новых инструментов.

Для долгосрочного успеха необходимо выстраивание партнерских отношений с разработчиками, выходящее за рамки пассивного потребления. Активное взаимодействие, включающее запрос тестовых доступов, участие в программах раннего доступа и формулирование требований по доработке продуктов под специфику бизнеса, является ключевым фактором улучшения и развития отечественного ПО.

Завершающим элементом стратегии должно стать внедрение системы непрерывного мониторинга и развития. Это подразумевает назначение ответственных за регулярный анализ рынка на предмет новых продуктов, поощрение участия специалистов в отраслевых мероприятиях для обмена опытом и создание регулярного процесса сбора и передачи структурированной обратной связи разработчикам.

11. Заключение

11.1. Основные выводы исследования

Проведённый анализ современного состояния отечественного ПО в отрасли БАС показал:

Операционные системы демонстрируют наличие существенных препятствий для их эффективного внедрения в качестве полноценной замены зарубежных аналогов. Ключевыми ограничивающими факторами выступают недостаточная функциональность систем, серьёзные проблемы с совместимостью как с существующим программным обеспечением, так и с различными аппаратными

комплексами. Существенные нарекания вызывает пользовательский интерфейс, требующий значительной доработки для обеспечения комфортного взаимодействия. Дополнительным барьером выступает сформированная годами пользовательская инерция, связанная с привычкой работать в уже знакомой среде. В совокупности эти факторы создают комплексную проблему, существенно затрудняющую процесс перехода на отечественные разработки.

Российские разработчики продемонстрировали высокий уровень компетенций в разработке офисных приложений, где были достигнуты наиболее впечатляющие результаты. Коммуникационное ПО находится на сопоставимом с зарубежными аналогами уровне, а в ряде функциональных аспектов даже превосходит их, что создаёт благоприятные условия для его внедрения.

Браузерный сегмент также характеризуется успешной адаптацией отечественных разработок, которые активно интегрируют современные технологические решения и обеспечивают качественный пользовательский опыт, сопоставимый с иностранными аналогами.

В области почтовых сервисов наблюдается конкурентная среда без явного доминирующего игрока, при этом решения от российских компаний (Яндекс, Mail) демонстрируют конкурентоспособность на уровне глобального лидера Microsoft Exchange.

Наибольшие сложности наблюдаются в сегменте офисных пакетов, где отечественные разработки пока уступают по функциональности и стабильности работы. Существенным барьером выступает широкое распространение бесплатных пиратских версий продуктов Microsoft Office, что создаёт серьёзную конкуренцию даже при наличии у российских решений платного характера.

Значительные успехи достигнуты в сфере разработки и внедрения промышленного программного обеспечения.

CAD/CAE/CAM-системы российского производства получили широкое распространение в сфере проектирования БАС. Однако их потенциал требует дальнейшего развития, особенно в части работы со сложными поверхностями, критически важными при конструировании авиационной техники.

Для эффективного развития отечественных решений критически важно обеспечить внедрение систем в образовательные учреждения, что позволит сформировать у будущих специалистов необходимые компетенции работы с российским ПО. Параллельно необходимо инициировать запуск пилотных проектов на производственных площадках с полным циклом разработки на базе отечественных CAD-систем. Особое внимание следует уделить обеспечению бесшовной интеграции между различными модулями для создания непрерывного процесса проектирования БВС. Не менее важным аспектом является разработка механизмов, позволяющих инженерам беспрепятственно переходить между CAD, CAE и CAM-системами при работе над проектом.

CAPP-системы достигли уровня, сопоставимого с зарубежными аналогами по функциональности, однако их потенциал может быть реализован в полной мере только при активном внедрении на производственные площадки и усиленной работе по популяризации продукта среди потенциальных пользователей.

Анализ текущего состояния систем управления организационными процессами демонстрирует неоднозначную картину развития отечественного программного обеспечения.

В настоящее время наблюдается положительная динамика в развитии и интеграции MES, ERP и CRM-систем. Эти категории программного обеспечения демонстрируют способность к синергетической работе. Большинство предприятий отрасли БАС успешно адаптировались к использованию отечественных решений, однако сохраняется потребность в дальнейшем совершенствовании функциональных возможностей и оптимизации пользовательского интерфейса систем. Это особенно актуально в условиях растущей конкуренции и необходимости соответствия современным требованиям производственных процессов.

Отечественное отраслевое ПО для БАС в настоящее время достигло уровня, сопоставимого с ведущими зарубежными решениями. На рынке представлено значительное количество симуляторов БАС, которые не уступают иностранным аналогам ни по функциональным возможностям, ни по эргономике использования. Эти продукты прочно закрепились на отечественном рынке, и следующей логической

ступенью их развития представляется экспансия на зарубежные рынки. В сегменте фотограмметрического ПО российские разработки относятся к числу передовых мировых решений, демонстрируя конкурентоспособность на глобальном уровне. Что касается ПО для управления полетами, наблюдается развитие универсальных платформенных решений, однако, вероятно, рынок сохранит тенденцию к доминированию специализированного ПО, разрабатываемого производителями БАС под конкретные БВС. Данная тенденция обусловлена требованиями оптимальной интеграции, повышения эффективности работы систем и обеспечения необходимого уровня безопасности.

Для обеспечения устойчивого развития отечественного программного обеспечения требуется комплексный подход к поддержке существующих и перспективных решений.

Успешные продукты, уже демонстрирующие конкурентоспособность на рынке, нуждаются в системной экономической поддержке и масштабном распространении. Особое внимание следует уделить интеграции отечественных решений в образовательную среду и крупных корпораций. Подготовка квалифицированных специалистов, владеющих национальным программным обеспечением, станет катализатором дальнейшего совершенствования цифровых продуктов с учётом специфики российского рынка.

В отношении перспективных разработок, ещё не полностью отвечающих требованиям пользователей, необходимо создать благоприятные условия для их внедрения через реализацию пилотных проектов средней сложности. Ключевым фактором успеха является тесное взаимодействие между разработчиками и заказчиками, позволяющее своевременно выявлять и устранять уязвимости систем.

Важную роль в развитии отрасли играет привлечение молодых специалистов, представляющих целевую аудиторию продуктов. Разработчикам ПО необходимо создавать подробные интерактивные инструкции и обучающие материалы, организовывать регулярные мероприятия по повышению квалификации, проводить обучающие семинары для пользователей установленных продуктов.

Приоритетными направлениями развития всего ПО остаются совершенствование функциональных возможностей и создание интуитивно понятного пользовательского интерфейса.

Эффективное развитие отечественного ПО невозможно без всесторонней государственной поддержки. Ключевым направлением становится оказание финансовой помощи как непосредственным разработчикам ПО, так и организациям, осуществляющим внедрение отечественных решений в производственные процессы. Параллельно необходимо активно развивать нормативно-правовую базу, создающую благоприятные условия для развития отрасли.

Важным аспектом государственной политики является формирование эффективных механизмов стимулирования, побуждающих организации к использованию отечественных программных решений. При этом особую значимость приобретает согласованность всех принимаемых законодательных инициатив, что позволит избежать возникновения административных барьеров и создать благоприятную среду для динамичного развития отрасли.

Успешная реализация данных мер возможна только при условии тщательной координации действий всех участников процесса и постоянного мониторинга эффективности принимаемых решений.

11.2. Перспективы дальнейшего развития отечественного ПО в сфере БАС

Отечественная индустрия ПО переживает период активного развития, обусловленного необходимостью обеспечения технологической независимости. Переход от стратегии «догоняющего развития» к формированию собственных программных экосистем становится ключевым трендом. Особое внимание уделяется созданию целостных программных решений, способных обеспечить бесшовную интеграцию между различными компонентами – от операционных систем до специализированного отраслевого ПО. Развитие открытых API и стандартов взаимодействия становится важным фактором успеха на этом пути.

Россия обладает значительным потенциалом для развития технологий искусственного интеллекта и обработки больших данных. Отечественные разработки

в области компьютерного зрения, обработки естественного языка и предиктивной аналитики уже демонстрируют конкурентоспособность на международном уровне. Внедрение этих технологий в ПО беспилотных систем открывает новые возможности для развития отрасли. Развитие алгоритмов машинного обучения для распознавания объектов, навигации в условиях отказа GPS (по визуальным ориентирам), оценки состояния инфраструктуры. Это позволит дронам не просто «видеть», но и «понимать» обстановку. ПО будет не просто следовать по заданным точкам, а динамично перестраивать маршрут в реальном времени. Перспективное направление – разработка ПО для управления группами БВС. Это потребует создания сложных алгоритмов координации, распределения задач и обеспечения бесконфликтного взаимодействия внутри роя без централизованного управления.

Развитие проектов с открытым исходным кодом становится стратегически важным направлением. Создание собственных версий популярных open-source решений позволяет снизить зависимость от зарубежных разработок и использовать проверенные технологические решения. Активное участие российских разработчиков в мировых проектах способствует укреплению профессионального сообщества и обмену знаниями.

Обеспечение информационной безопасности становится фундаментальным требованием к современному программному обеспечению. Принцип Security-by-Design закладывается на этапе проектирования продуктов, а сертификация ФСТЭК и ФСБ России ПО приобретает особое значение, особенно в государственном секторе и на предприятиях стратегического значения.

Отечественные разработчики ПО должны быть нацелены на выход на глобальные рынки. Особый акцент необходимо сделать на цифровые решения для стран Азии, Ближнего Востока, Африки и Латинской Америки, где российские разработки могут успешно конкурировать по качеству и функциональности.

12. Источники

1. <https://softline.ru/about/blog/rossijskie-operacionnye-sistemy?ysclid=md9yu5uj20451204205>

2. <https://www.securitylab.ru/blog/personal/SimlpeHacker/355345.php>
3. <https://habr.com/ru/companies/macloud/articles/563726/?ysclid=mfaqw0rdh7974268171>
4. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Windows>
5. <https://itshef.com/os-windows>
6. <https://digitalocean.ru/n/что-такое-windows>
7. https://www.anti-malware.ru/analytics/Market_Analysis/Russian-video-conferencing-2025?ysclid=mda2jno283548701609
8. <https://softline.ru/about/blog/rossiyskie-ofisnye-sistemy-vybor-i-preimushchestva?ysclid=mda6m7d2ra749682963>
9. <https://bigenc.ru/c/microsoft-office-17a13b>
10. https://ru.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Office
11. <https://skyeng.ru/magazine/wiki/it-industriya/что-такое-microsoft-ofis/>
12. <https://win-keys.org/blog/articles/microsoft-office-kakoj-luchshe-vyibrat-obzor-versij>
13. <https://habr.com/ru/companies/x-com/articles/784040/?ysclid=mfnztqbc9a921203984>
14. <https://store.softline.ru/blog/rossijskie-ofisnye-prilozheniya/obzor-r7-ofis-funkcionalnost-i-udobstvo-dlya-ofisnoj-raboty/>
15. <https://bonnieandslide.com/blog/r7-ofis>
16. <https://habr.com/ru/articles/470473/?ysclid=mfnzwjmw9404970858>
17. <https://softline.ru/about/blog/izuchaem-mojofis-platformu-sovremennyh-ofisnyh-reshenij>
18. <https://ru.wikipedia.org/wiki/МойОфис>
19. <https://oxygen.cloud/myoffice/>
20. <https://ooogosta.ru/mojofis/>
21. https://ru.ruwiki.ru/wiki/Яндекс_Браузер
22. <https://mobile-review.com/all/articles/misc/obzor-yandeks-brauzera-stoit-li-kachat/?ysclid=mfnzwmwct8l338593245>

23. <https://skyeng.ru/magazine/wiki/it-industriya/hto-takoe-chrome/?ysclid=mfznj3l8e825640485>
24. <https://blog.skillfactory.ru/glossary/google-chrome/?ysclid=mfznntl87j256394058>
25. https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.fac89072-68cab0d5-6bd3da54-74722d776562/https/www.techradar.com/reviews/mozilla-firefox
26. https://ru.ruwiki.ru/wiki/Mozilla_Firefox
27. <https://www.britannica.com/technology/Firefox-Web-browser>
28. <https://tflex.csoft.ru/>
29. <https://3dtoday.ru/blogs/topsystems/uspexi-i-perspektivy-kompleksa-t-flex-plm>
30. <https://sapr.ru/article/26548>
31. <https://otzyvmarketing.ru/articles/rossijskie-plm-sistemy/>
32. <https://www.plm-ural.ru/resheniya/loadsmanplm>
33. <https://www.worquick.com/post/siemens-nx-cad-expert-review-pricing-and-alternatives>
34. <https://sapr.ru/article/21319>
35. <https://www.joshflowers.xyz/blog/solidworks-vs-siemens-nx-vs-onshape-vs-fusion360>
36. <https://topalter.com/>
37. <https://skillbox.ru/media/design/prosto-ob-autocad/>
38. <https://media.contented.ru/glossary/autocad/>
39. <https://gb.ru/blog/autocad/>
40. <https://www.cherchenie.by/information/solidworks-znakomimsya-s-programmoj>
41. <https://junior3d.ru/article/solidworks.html>
42. <https://cpkedu.ru/novosti/mashinostroenie/opisanie-programmyi-solidworks/>
43. <https://rudesignshop.ru/blog/hto-luchshe-avtokad-ili-solidvorks/>
44. <https://junior3d.ru/article/Kompas-3D.html>
45. <https://dzen.ru/a/Z-PnsphAs2usBhD1>
46. <https://vc.ru/money/1513001-obzor-i-opisanie-funkcii-kompas-3d-kak-polzovatsya-kompas-3d>

47. <https://multiurok.ru/files/programma-kompas-3d-obzor-moduli-funktsional-i-voz.html>
48. https://vk.com/@repetitor_us-t-flex-cad-obzor
49. <https://ru.m.wikipedia.org/wiki/ANSYS>
50. <https://autocad-lessons.com/chto-takoe-ansys-video-obzor/>
51. <https://sapr.ru/article/21812>
52. https://ru.m.wikipedia.org/wiki/NX_CAE
53. https://ru.m.ruwiki.ru/wiki/NX_CAE
54. <https://iskra-tech.ru/rossijskie-cae-sistemy-dlya-resheniya-inzhenernykh-zadach/?ysclid=mdr6yfcg1774374256>
55. <https://www.csoft.ru/soft/t-flex-analiz/t-flex-analiz.html>
56. <https://k-integration.ru/product/apm-fem-dlja-kompas-3d/>
57. <https://e-univers.ru/upload/iblock/427/9vv4plwq01qpmf5y5pfujqgt73a5i12h.pdf>
58. https://blog.janus-engineering.com/en_en/details/article/12-good-reasons-for-nx-cam/
59. <https://softline.ru/about/blog/nx-cam>
60. <https://www.pointcad.ru/product/autodesk-powermill/funkczional-autodesk-powermill>
61. <https://postprocessor.su/powermill.html>
62. https://www.anti-malware.ru/analytics/Market_Analysis/Computer-aided-design-in-Russia?ysclid=mdeshyaw5e908047964
63. <https://dzen.ru/a/YjR4JQfCeA12ngiD?ysclid=mfcfapyjff833885191>
64. <https://nslabs.ru/programmnoe-obespechenie/resheniya-siemens-plm-software/tecnomatix/>
65. <https://inteso.ru/services/tecnomatix>
66. https://isicad.ru/uploads/Release%20-%20Tecnomatix9%20-%20FINAL_rus.pdf
67. <https://ascon.ru/products/vertical/>
68. <https://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2021/RM21/pages/Articles/031603.pdf>

69. <https://sapr.ru/article/16074>
70. <https://www.interface.ru/home.asp?artId=35319>
71. <https://www.elec.ru/publications/menedzhment/5613/>
72. <https://m.vk.com/@llcmagistral-simatic-it-ot-siemens-dlya-sozdaniya-mes-sistem>
73. <https://www.1ab.ru/blog/detail/1s-upp-upravlenie-proizvodstvennym-predpriyatiem-8/>
74. <https://www.1ab.ru/blog/detail/1s-upp-upravlenie-proizvodstvennym-predpriyatiem-8/>
75. <https://wiseadvice-it.ru/o-kompanii/blog/articles/1s-upp-upravlenie-proizvodstvennym-predpriyatiem/>
76. <https://www.cleverence.ru/articles/elektronnaya-kommertsiya/1s-upp-cto-eto-takoe-opisanie-programmy-upravleniya-proizvodstvennym-predpriyatiem-avtomatizatsiya/>
77. <https://www.sap.com/central-asia-caucasus/products/erp/what-is-sap-erp.html>
78. <https://ibs-advanced.ru/media/sap-rasshifrovka-funktsional-preimushchestva-i-nedostatki/>
79. <https://ibs-advanced.ru/media/sap-rasshifrovka-funktsional-preimushchestva-i-nedostatki/>
80. <https://42clouds.com/ru-ru/manuals/obzor-konfiguratsii-1s-erp-upravlenie-predpriyatiem/>
81. <https://1c-info.com/instrukczii/1s-erp/obzor-1c-erp/>
82. <https://astral.ru/aj/elem/programma-1c-erp/>
83. <https://www.kp.ru/money/biznes/luchshie-erp-sistemy/>
84. https://www.1cbit.ru/erp/?utm_campaign=1c-erp-msk&utm_source=yandex&utm_medium=cpc&utm_content=ch_yandex_direct|cid_58547135|gid_4433230952|ad_10714494409|ph_25361908504|crt_0|pst_premium|ps_1|srct_search|src_none|devt_desktop|ret_25361908504|geo_213|cf_0|int_|tgt_25361908504|add_no|mrclid_5389|dop_&utm_term=1c%20управление%20производственным%20предприятием%208&yclid=4057175359776358399

85. <https://soware.ru/products/parus-erp>
86. <https://erp.parus.com>
87. <https://ibs-advanced.ru/media/sap-rasshifrovka-funktsional-preimushchestva-i-nedostatki/>
88. <https://www.resonatehq.com/inbound-blog/complete-hubspot-crm-2019-review>
89. <https://softprom.com/ru/hubspot-crm-besplatnaya-crm-c-moschnymi-vozmozhnostyami-dlya-marketinga-prodaj>
90. <https://invo.group/baza-znaniy-business/tpost/0goiv22ik1-kakie-instrumenti-analitiki-est-v-bitrik>
91. <https://crm.org/crmland/free-crm>
92. <https://www.findmycrm.com/blog/crm-comparison/crm-cost-comparison-of-top-11-platforms>
93. <https://www.jabdrone.com/post/a-focus-on-dji-flight-simulator>
94. <https://www.droneblog.com/dji-flight-simulator/>
95. <https://dronedj.com/2018/11/05/dji-flight-simulator/>
96. <https://www.pix4d.com>
97. <https://desosa.nl/projects/ardupilot/2020/03/19/what-makes-ardupilot-soar-an-architectural-overview>
98. <https://ru.ruwiki.ru/wiki/PX4>
99. <https://ardupilot.org>
100. <https://www.ardusimple.ru/get-started-with-rtk-and-ardupilot-and-dual-antenna-heading/>
101. <https://ru.ruwiki.ru/wiki/ArduPilot>
102. https://xredgroup.com/rusky_ru
103. <https://dtf.ru/id470268/2577537-uavprof-drone-simulator-i-unigine-trenazhery-dlya-bespilotnyh-aviasistem>
104. <https://asi.ru/sml/197961/>
105. <https://smarteka.com/uploads/files/2022/10/10/2708fe8d-0589-4994-bb03-3956786c5ed9ea4e65cc-c583-4d28-b48a-132ff472e8c9.pdf>
106. <https://uavprofsim.com/?ysclid=mfnzcr04ri182174387>

107. <https://www.geoscan.ru/ru/blog/kak-simulyator-bvs-geoscan-trainer-pomogaet-razvivat-navyki-upravleniya-dronom>
108. https://www.geoscan.ru/ru/software/geoscan_trainer
109. <https://npo-do.ru/catalog/kvadrokoptery-i-bpla/simulyatory-poletov-i-po-trenazher-operatorov-bas-geoscan-trainer/>
110. <https://dzen.ru/a/aDnIqz1J62KRYz3H>
111. <https://квядросим.рф>
112. <https://sky.pro/wiki/digital-art/agisoft-metashape-analogi-i-alternativy/>
113. <https://topalter.com>
114. <https://flypix.ai/blog/agisoft-metashape-alternatives/>
115. https://sovzond.ru/products/software/uav_data_processing/pix4d/
116. <https://habr.com/ru/articles/429880/>
117. <https://pix4d-com-preview.netlify.app/product/pix4dmapper-photogrammetry-software/>
118. <https://coptrz.com/shop/software/pix4d-series/pix4dmapper/>
119. <https://www.aviationunion.ru/media/members/32360/>
120. <https://www.tflex.ru/about/publications/detail/index.php?ID=5342>
121. <https://ascon.ru/news/2022/04/04/mgtu-im-baumana-pereshel-na-rossijskoe-inzhenernoe-po-kompas-3d-ot-askon/>
122. <https://ascon.ru/news/2022/03/31/predpriyatie-rostekha-budet-proektirovat-dvigateli-v-otechestvennom-inzhenernom-po-askon/>
123. <https://ascon.ru/news/2022/04/04/mgtu-im-baumana-pereshel-na-rossijskoe-inzhenernoe-po-kompas-3d-ot-askon/>
124. <https://rtmtech.ru/articles/razrabotka-bezopasnogo-po/>
125. https://ussvu.mil.ru/upload/site113/document_file/Koncepciya_razvitiya_i_ispolzovaniya_programmnogo_obespecheniya.pdf
126. https://elib.utmn.ru/jspui/bitstream/ru-tsu/37379/1/978-5-400-01835-0_2025_108_119.pdf
127. <https://www.geeksforgeeks.org/blogs/software-development-technology-trends/>

128.<https://esk-solutions.com/ru/information/129-12-lucsih-tendencij-v-oblasti-razrabotki-programmnogo-obespecenia-na-2024-god.html>