



БГТУ «ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова



ЦЕНТР
СТРАТЕГИЧЕСКИХ
РАЗРАБОТОК
СЕВЕРО-ЗАПАД

РОБОТИЗАЦИЯ ПОЛЯ БОЯ: привнесут ли роботы на поле боя новый темп, маневр и оперативный размах?

19.03.2026

Классические принципы и модели ведения боевых действий трансформируются с учетом новых технологий специального назначения

Платформоцентричная война с роботизацией

- ▶ Ускорение за счёт автоматизации артиллерийской разведки и управления огнём
- ▶ Координация масс войск через коммуникационно связанные единицы техники
- ▶ Роботизированная разведка и логистика расширяют оперативный размах

Асимметричная централизованная тактика

- ▶ Ускорение циклов разведки и ударов дронами и НРТК
- ▶ 1 оператор → координация на сотнях км через сеть БПЛА
- ▶ Экспоненциальный рост размаха при преодолении барьера «объектов на оператора»

Гибридная тактика централизованной войны

- ▶ Одновременное ускорение в информационной, кибер- и физической сферах
- ▶ Адаптивный манёвр: блокировка кибер → переключение на инфо-кампанию
- ▶ Вовлечение всего тыла противника, удары по критической инфраструктуре

Драйверы трансформации

ИИ и ML: edge-inference, нейросетевое распознавание целей, генеративные модели планирования миссий

Связь: mesh-сети, спутниковый интернет, помехозащищённые каналы для автономных групп

Материалы: композитные корпуса, энергоёмкие Li-батареи, лёгкие бронезащитные элементы для наземных РТК

Робототехника: миниатюризация приводов, биомиметические технологии, удешевление БПЛА, массовое производство FPV-платформ

Критические ограничения и перспективы

⚠ Узкое место: оператор

Когнитивная нагрузка при ручном управлении несколькими РТК через ограниченное FPV делает автономность уровней 1–3 необходимой, а не опциональной

🔄 Режим «лидер–ведомые»

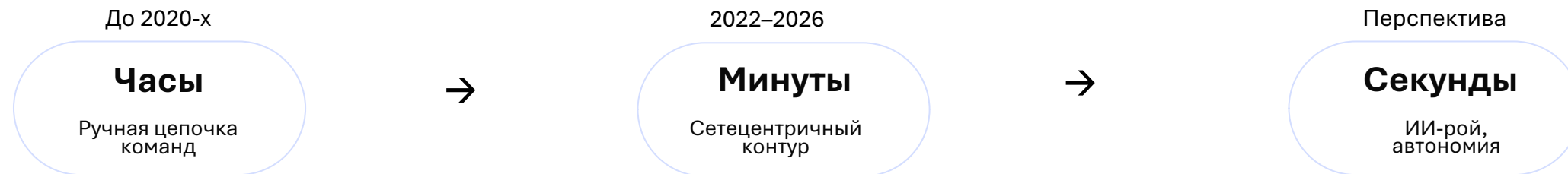
Один оператор задаёт целевые параметры нескольким платформам, автономные функции: удержание курса, возврат, предотвращение столкновений

📡 Защита от РЭБ и кибератак

Критически важный элемент ведения действий роботизированными соединениями — ключевая уязвимость всех концепций

Сетецентрическая концепция получает новые стимулы к развитию – возникают новые инновационные подходы ведения боевых действий

Сетецентричная война в контексте роботизации ВВСТ достигает максимального синергетического эффекта - время реакции артиллерийских систем сокращается с нескольких часов до секунд, система управления обеспечивает оперативную реконфигурацию и координацию по всем направления и во всех «пространствах»



Формирующиеся концепции

Мозаичная война

Динамическая сеть автономных элементов, способных к самоорганизации и реконфигурации, замена монолитных платформ

Многодоменные операции

Координация в земле, воздухе, море, космосе и киберпространстве с единой системой управления

Стреляй и Убегай

Обнаружение → запуск → эвакуация за **90 сек** за счёт автоматизированного наведения и умных боеприпасов

Роевое взаимодействие

Децентрализованное принятие решений, локальный обмен данными, групповые налёты сотен БПЛА различных типов

Современное поле боя вошло в «позиционный тупик» - БПЛА и РЭБ создали подавляющее преимущество обороны

Массовая доступность БПЛА, спутниковой связи и высокоточного оружия создала подавляющее преимущество обороняющейся стороны. Масштабное наступление стало труднополнимой задачей — аналог позиционного фронта Первой мировой войны в новом технологическом укладе

Факторы позиционного кризиса

«Прозрачное» поле боя

Разведка БПЛА, спутниковый интернет: любое перемещение обнаруживается - скрытное сосредоточение сил невозможно

Сокращение цикла поражения

Время реакции от обнаружения до удара - секунды / минуты. Потери наступающей стороны кратно превышают расчётные

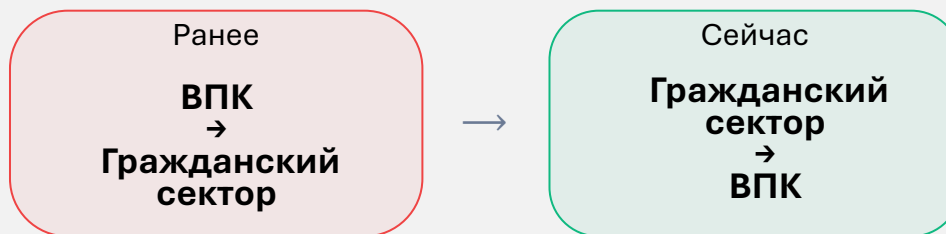
Насыщение средствами РЭБ

РЭБ ближнего действия и схожее оборудование — эффективность лёгких БПЛА начинает снижаться

Симметричный доступ

Гражданский стек доступен обеим сторонам → паритет. Жизненный цикл решений - недели-месяцы

Инверсия технологического трансфера



Массовое вовлечение гражданского технологического стека, включая решения, ранее формировавшиеся в полукустарной среде, позволило в короткие сроки развернуть масштабное производство и эксплуатацию беспилотных систем

Кустарная фаза как компенсатор

2022 — вынужденный механизм, неготовность штатных структур

2023 — масштабирование, насыщение войск БАС

2024 — устойчивое преимущество и паритет

2025 — контрмеры нарастают, эффективность лёгких БПЛА падает

Путь к прорыву - роботизация

Ключевой сдвиг – порог решений

Массовые попытки воздействия обеспечивают возврат объёма, темпа, непрерывности наступления – потенциал прорыва позиционного тупика

X

С экипажем: отвергается при умеренных рисках

✓

Без экипажа: допустимо при низкой вероятности успеха

Новые возможности:

Работа в зоне РХБ-заражения

Реализация функций «камикадзе»

Преимущество на поле боя получит сторона, обеспечившая наибольшее разнообразие и плотность роботизированной техники

1 Дистанционное управление

Оператор полностью управляет техникой:
FPV, телеуправляемые □□□□□

2 Полуавтономный режим

Часть задач автоматизирована,
оператор осуществляет контроль

3 Условная автономность

Самостоятельное выполнение миссий, оператор
вмешивается при сбоях

4 Высокая автономность

Автономная работа в ограниченных средах

5 Полная автономность

Полная автономность, коллективное поведение.
В текущий момент не достигнут техникой ни в
одной технологической области

Текущий уровень автономности техники варьируется от 1 до 3: даже на данных уровнях достигается тактический эффект

№	Эффект	Описание
1	Снижение порога решений	Роботизированная разведка обеспечивает полную «ситуационную осведомлённость» в реальном времени. Командир принимает решение на основе данных сенсорного облака, а не интуиции
2	Расширение масштаба управления	1 оператор управляет 5–10 единицами. Рота с НРТК контролирует зону батальона. Взвод-рота работает 24/7 без потери интенсивности
3	Работа в экстремальных условиях	Роботизированные комплексы действуют в заражённых зонах (РХБ), при экстремальных температурах (–40°С...+120°С), в задымлённых и обрушенных зданиях
4	Плотность применения	Непрерывное присутствие на всей глубине обороны. Геометрия боя «30×30×30» (ширина × глубина × высота) покрывается одновременно
5	Сохранение личного состава	Принцип «первого контакта»: робот входит в зону поражения первым. Разведка, разминирование, первый огневой контакт — без участия человека

В этих условиях требуется насыщение поля боя для масштабирования эффекта и формирования условий для трансформации концепции ведения боевых действий

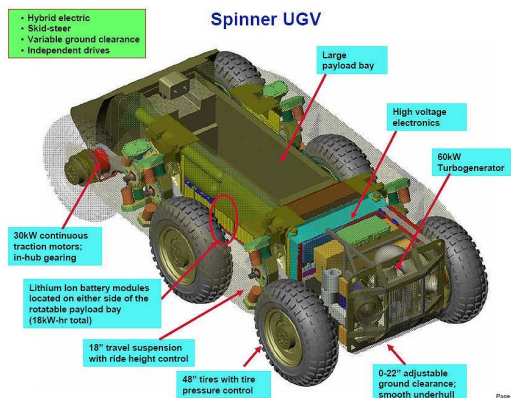
Количество —
массовое внедрение
роботов

Разнообразие —
покрытие всех
задач фронта и тыла

Интеграция —
формирование единой
системы управления

Активное развитие получают все виды автономной робототехники, применимые на поле боя, исследуются их компонентная база и функциональность в условиях боя

Наземные военные роботы

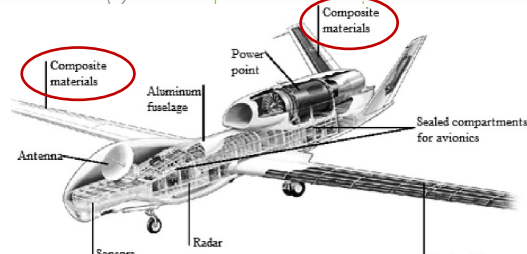
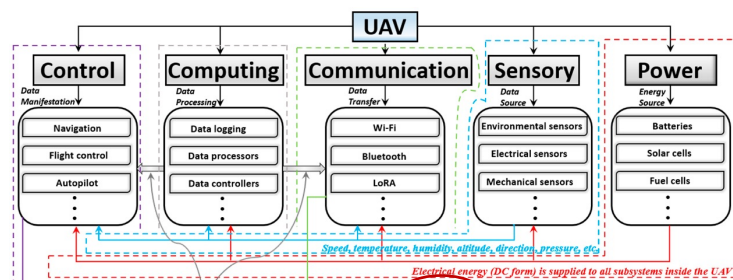


CAGR (2016-2024)



Обеспечение автономного и эффективного энергоснабжения с защищенным и компактным аккумулятором является наиболее значительным и важным компонентом для наземных роботов

БПЛА

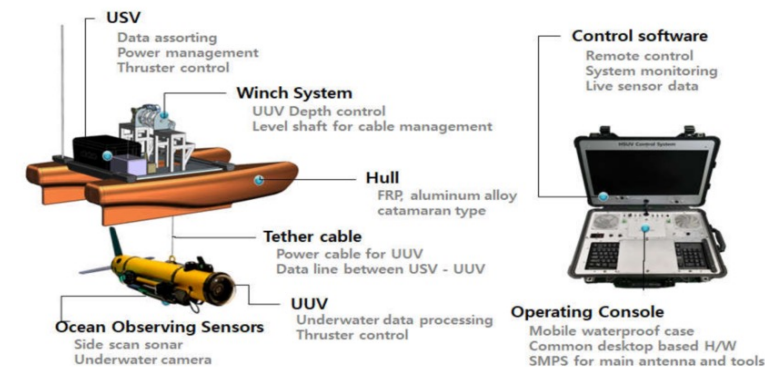


CAGR (2016-2024)



Композитные материалы являются наиболее важной составляющей для БПЛА, поскольку легкий и прочный материал увеличивает как прочность, так и мобильность с энергоэффективностью

Морские роботы



CAGR (2016-2024)



Обеспечение постоянной связи, системы восприятия для навигации и роботизированные манипуляторы для спуска на воду являются наиболее востребованными составляющими с учетом морской специфики

Автоматизация затрагивает широкий перечень функций и видов техники, обеспечивая потенциал комплексной трансформации ведения войны

Перечень боевой техники под автоматизацию и роботизацию

Наименование образца техники или изделия	Функция автоматизации	Потенциальный эффект	Оценка перспектив	Наличие аналогов за рубежом и в России
Инженерные заряды или пехотные средства поражения по типу ТП-400, ТП-200, Ф-1, МОН-50 и др.	Функция передвижения и подрыва	Обеспечение Л/С уровня МСО и МСВ НРТК ВН ближнего боя и интеллектуальными средствами поражения для наземной доставки до цели, проведение инженерно-саперных работ	Перспективно в ближайшие годы с насыщением подавляющего большинства, инициативные разработки уже применяются и доказали эффективность	Существует большое количество аналогов малых роботов-подрыва, как в России, так и за рубежом
Средства ближнего боя и ближнего ПВО, по типу НСВ, ПЗРК «Игла», «Верба», ПТРК «Корнет», АГС и др.	Функция наведения, ведения огня, передвижения	Обеспечение возможности применения концепций описанных в п. 1.3.1-1.3.3, повышение мобильности, снижение скорости накопления усталости	Перспективно в ближайшие годы с насыщением подавляющего большинства, инициативные разработки уже применяются и доказали эффективность	Различные машины массой до 500кг, НРТК «Курьер», «Депеша», «Соратник», иностранные MARS и др.
Автоматические орудия, тяжелые противотанковые комплексы, БМП, БТР, Т-72 и прочие образцы ВТ	Функция дистанционного управления, автоматы заряжания	Обеспечение возможности применения концепций описанных в п. 1.3.1-1.3.3, повышение мобильности, снижение скорости накопления усталости, обеспечение концепций п. 1.4-1.4.2	Перспективно в ближайшие 5-10 лет с насыщением большинства специальных В/Ч, потенциально применение в СВО при стремительной разработке, существуют прототипы	«Уран», «Соратник», «Клевер», прочие разработки. Прим.: большинство разработок данного класса засекречены и самые современные отечественные и иностранные образцы засекречены
Ствольная артиллерия, тяжелые системы РСЗО, РХБР машины и прочий сверхтяжелый класс	Функции передвижения, управления, заряжания	Обеспечение возможности применения концепций описанных в п. 1.3.1-1.3.3, повышение мобильности, снижение скорости накопления усталости, обеспечение концепций п. 1.4-1.4.2	Перспективно в ближайшие 5-10 лет с насыщением большинства специальных В/Ч, потенциально применение в СВО при стремительной разработке, существуют прототипы	«Мальва»* «Клевер», «Nemesis» *при автоматизации дополнительной. Машины РХБР и сверхтяжелые классы являются закрытыми разработками и засекреченными
Машины логистические, тягачи, БРЭМ, БТР	Функции управления	Обеспечение замыкания контура управления и интегрирования согласно концепциям п. 1.3-1.4		Не являются наиболее приоритетными под роботизацию и часто представляют из себя ходовую базу от других образцов ВТ

Перечень небоевой техники под автоматизацию и роботизацию

Логистические машины грузовые машины	Функция передвижения и управления	Обеспечение бесперебойного снабжения как военных грузов на ЛБС, так и сокращение издержек за счет отсутствия человека-оператора	Перспективно в ближайшие 5-10 лет с выходом на рынок полноценных фирм специализирующихся на этом	«Цифра», Waymo Via, ПАО КАМАЗ
Спасательные роботы МЧС и пожарные машины	Функция управления полезной нагрузкой	Обеспечение круглосуточной посменной работы, уменьшение влияния опасных факторов на экипаж, потенциал нахождения в потенциальном дежурстве	Перспективно, существует в настоящее время, НРТК данного назначения зачастую либо сделаны на основе НРТК ВН, либо же коммерчески нецелесообразны и дорогие для служб и повсеместного применения	Уран-14, Colossus, Magirus, DOK-ING MVF-5
Роботизированные машины дозорные и геологической разведки и двойного назначения	Функции передвижения и пр.	Обеспечение бесперебойной круглосуточной охраны инфраструктуры, либо разведка и исследования в различных частях суши и океана	Перспективно, активно развивается, существует множество малых машин для различных исследований и работ, сфера традиционной робототехники экстремальных назначений	ARES S5, «Трал Патруль», GERDA, Badger, Undermine, Julius, различные аппараты

Роботизация поля боя – комплексное явление, затрагивающее множество технологий - в современных условиях требуется параллельное развитие каждого из них

Системы навигации и управления

Спутниковая и гибридная навигация	
Инерциальная навигация, визуальная одометрия	
Магнитометрия	Гравиметрия
Автономная навигация (ИИ + интегрированные данные об окружении)	

Манипуляторы и оборудование

Разминирование	Ремонт	Протезы, экзоскелеты
Роботизированные манипуляторы (роборука)		
Роботизированные платформы на базе НТРК		

Материалы корпуса

Металлические сплавы
Силиконы
Полиамид
Композитные материалы
Полиэфирэфиркетон (PEEK)
Вычисления на уровне материалов
Углеродные волокна (CFRP)
Жидкокристаллический полимер (LCP)
Электроактивные материалы (искусственные мышцы)
Жидкие металлы
Биоматериалы
Сенсорные материалы (чувствительная «кожа»)
Активный камуфляж (изменение цвета корпуса в зависимости от среды)

Сенсорика

Камеры	LIDAR
ИИ-LPI-радары	Ультразвук
Акустические датчики и методы обнаружения	
Тепловизор	Химические сенсоры
Мультимодальная сенсорика (ИИ + интеграция данных сенсоров)	
Internet of Battlefield	

Системы связи

Спутниковая	Радиочастотная
Мобильная	Проводная
Передовые технологии шифрования	

Системы ИИ и визуализации

Распознавание объектов и ландшафта
Цифровые двойники объектов на поле боя
LLM (в т.ч. мультидоменные)
Автономное принятие решений
Военные метавселенные
Адаптивное поведение в динамических условиях
Роевой интеллект
Физически информированные нейросети (PINN) для военных применений
Physical AI для управления роботами
Человеко-машинные интерфейсы на основе VR/AR для взаимодействия с оператором

Мобильные комплексы

Наземные роботы	
Колесные	Гусеничные
Шагающие (в т.ч. антропоморф.)	IoV
Микро роботы	Дроны-камикадзе
Наземные РТК (в т.ч. автономные)	

БПЛА

Квадрокоптеры	Самолетного типа
---------------	------------------

Морские роботы

Катера	Субмарины
Многопространственные морские дроны	

Оружейные системы и снаряды

Обычные оружейные системы
Роботизированная артиллерия
Умные снаряды
Гиперзвуковые снаряды

Удаленная диспетчеризация

Управление многокорабельными миссиями
ИИ-логистика
Бесшовное небо, бесшовное поле боя
Координация операций
Предиктивное обслуживание техники
Реагирование на вражескую технику в реальном времени
Удаленная разведка

Энергоснабжение и управление

Аккумуляторы	Топливные ячейки
ДВС	Управление питанием
Гибридные системы (ДВС + электродвигатели)	
Питание на основе ВИЭ (солнце и др.)	
Гибридные решения на базе МГТД	

Системы безопасности

Механизмы аварийной остановки
Системы защиты от ошибок
Системы самодиагностики и ремонта

Системы анти-дрон

Разрушающие системы анти-дрон	
Мини-ракеты	Лазер
Неразрушающие системы анти-дрон	
Микроволновые	Системы создания помех

Инфраструктура тыла

Сенсоры тыловой инфраструктуры (RFID, BLE)
Киберзащита тыловой инфраструктуры
Децентрализованные аддитивные производства
Роботизация складов
Адаптивное реагирование тыловых служб
Энерговойска и ЛЭС
Платформы для управления тылом (Defense ERP)

Насыщение поля боя требует решения проблем, ограничивающих массовое внедрение автономных роботов на поле боя

Энергоснабжение и управление питанием

Проблема: недостаточная удельная энергоёмкость существующих источников энергии и высокая демаскируемость традиционных силовых установок в боевых условиях

Требуется: разработка гибридных силовых установок, высокоэнергоёмких аккумуляторных систем (в т.ч. твёрдотельных) и интеллектуальных систем управления энергопотреблением РПТК

Связь и помехозащищённость

Проблема: уязвимость существующих каналов управления к РЭБ и недостаточная устойчивость тактических сетей при высоких нагрузках

Требуется: развитие помехоустойчивых тактических сетей (5G/6G, mesh-архитектуры), перспективных методов шифрования и самоконфигурируемых радиосистем для обеспечения связи в условиях активного РЭБ

Материалы и конструкция платформ

Проблема: избыточная масса и ограниченная живучесть серийных конструкционных материалов, низкая степень внедрения «умных» и адаптивных материалов

Требуется: внедрение лёгких высокопрочных, функциональных покрытий, сенсорных оболочек и электроактивных приводных материалов для снижения массы и заметности РПТК

Сенсорика и ситуационная осведомлённость

Проблема: ограниченная надёжность отдельных сенсорных каналов и отсутствие отработанных решений по мультимодальной интеграции данных в реальном времени

Требуется: создание мультимодальных сенсорных модулей (оптика, ИК, радар, LIDAR, акустика, химические датчики) и алгоритмов ИИ для устойчивого распознавания объектов и угроз

Искусственный интеллект и автономность

Проблема: высокие требования современных моделей ИИ к вычислительным ресурсам и энергии при недостаточной надёжности автономного поведения в динамичной боевой обстановке

Требуется: разработка энергоэффективных бортовых ИИ-процессоров, моделей для автономного и группово-роевого управления РПТК и человеко-машинных интерфейсов нового поколения

Навигация и ориентирование

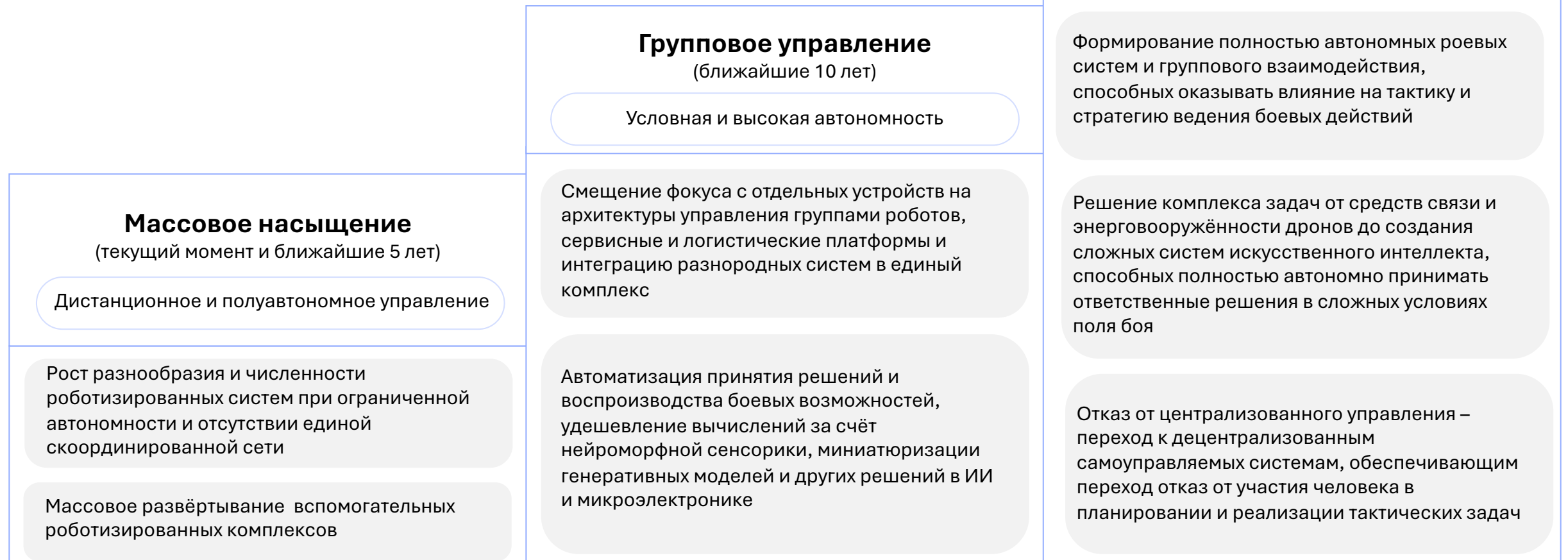
Проблема: деградация точности навигации, подавление и дрейф инерциальных/визуальных систем

Требуется: создание комбинированных навигационных комплексов и алгоритмов, обеспечивающих метрический уровень точности движения без опоры на традиционные методы навигации

Массовое насыщение поля боя робототехникой – необходимым условие трансформации ведения боевых действий и достижения высокой автономности боя

Гонка за достижением полной автономности требует прохождения стадии насыщения.

Сторонам необходимо наполнить поле боя разнообразными робототехническими единицами и научиться ими управлять. Данные, инфраструктура и механизмы, накопленные в рамках стадии насыщения, формируют основу для достижения полной автономности.



Интеграция поля боя вошла в активную фазу

Palantir + Ondas + World View

Мультидоменная платформа разведки на базе AI

Три интеграционные программы:

- **Warp Speed** — единая операционная платформа данных для планирования миссий
- **AI Flight Director** — AI-агенты для планирования полетов, анализа телеметрии и координации операций с поддержкой одновременного управления множественными платформами
- **SkyWeaver** — граничные вычисления на борту с обработкой данных и выводом моделей в условиях деградированной связи

Интегрируемые домены:

- Стратосфера (высотные аэростаты World View Stratollite)
- Воздушные БПЛА (Ondas Autonomous Systems)
- Наземная робототехника и противодроновые системы
- Частные беспроводные сети (FullMAX)

Ключевая технология: Palantir AIP (Artificial Intelligence Platform) — программная основа для координации миссий

Аналогичные платформы создаются и у России, но ключевое отличие западных систем — активное использование LLM-ядра для интеграции. По сути иностранные платформы — это AIOS (AI Operating System) для оборонной сферы: единая программно-определяемая среда, где AI-агенты координируют мультидоменные операции, обрабатывают данные на границе сети и предоставляют решения операторам, а не просто данные.