

Интероперабельность – ключевая технология повышения эффективности систем вооружения, управления и связи

**АЛЕКСАНДР
ОЛЕЙНИКОВ,**

главный научный
сотрудник ФГБУН
«Институт радиотехники
и электроники имени
В.А. Котельникова РАН»,
доктор технических наук,
профессор, заслуженный
деятель науки РФ

СЕРГЕЙ МАКАРЕНКО,

ведущий научный
сотрудник ФГБУН
«Санкт-Петербургский
Федеральный
исследовательский центр
РАН», доктор технических
наук, доцент

СЕРГЕЙ КОЗЛОВ,

руководитель отделения
ФГУ Федеральный
исследовательский
центр «Информатика
и управление» РАН,
кандидат
технических наук

Термин «интероперабельность» для многих людей звучит несколько непривычно, хотя в научной сфере его можно считать общепринятым, более того, данный термин присутствует в нескольких официальных документах РФ и государственных стандартах. Подробнее точное значение и существо термина мы обсудим ниже, пока же только скажем, что интероперабельность – это способность к взаимодействию и обмену информацией. Известно, что проблема организации взаимодействия в вооружённых силах (ВС) стара, как мир. В электронном военном энциклопедическом словаре (encyclopedia.mil.ru) сказано: «Взаимодействие войск – совместные согласованные по целям, задачам, месту (районам, высотам), времени и способам выполнения задач действия войск (сил) для достижения цели операции (боевых действий, боя)». Необходимость взаимодействия войск посредством обмена информацией о текущей ситуации и передачи команд на применение тех или иных сил и средств возникла с зарождением армии. По мере совершенствования оружия, появления родов войск, развития организационной структуры ВС и боевых порядков значение такого взаимодействия постоянно росло. Первоначально оно ограничивалось рамками поля боя. С появлением авиации, в том числе беспилотной, высокоточного оружия, океанского флота, космических средств разведки, высокоскоростных средств связи, с увеличением пространственного размаха вооружённой борьбы возникла необходимость качественного прорыва в организации взаимодействия войск. Эта задача решается путём включения всех органов военного управления, средств разведки и целеуказания, всех видов средств поражения в единый информационно-управляющий контур –

Единое информационное пространство (ЕИП) ВС, объединяющее силы и средства театров военных действий, видов ВС, оперативных объединений (армии, группы армий) для решения задач крупных стратегических операций и войны в целом. В современной войне и операции любого масштаба успех может быть достигнут только объединёнными усилиями всех участвующих в них сил и средств, поэтому организация взаимодействия является одним из основных принципов ведения военных и боевых действий, важнейшей обязанностью командиров и штабов всех степеней.

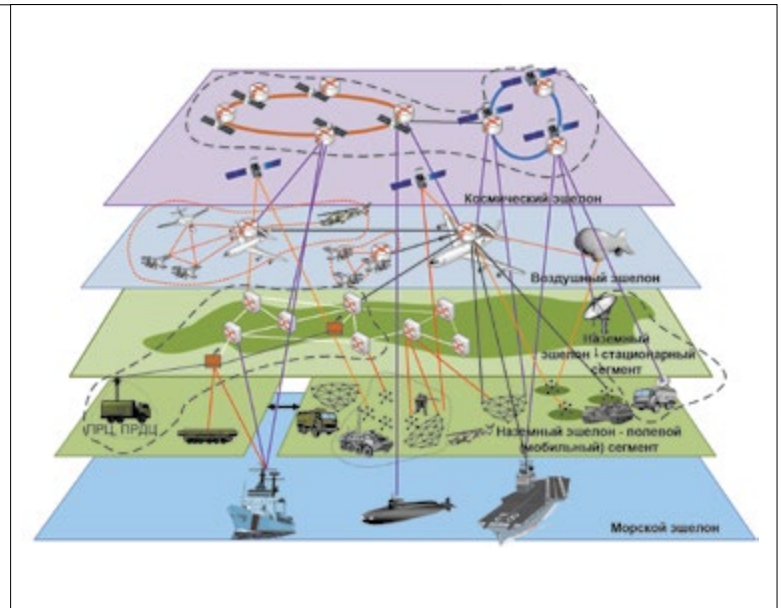
С развитием средств вооружённой борьбы и усложнением систем управления менялись способы взаимодействия войск. В настоящее время в их основу положены самые современные информационно-коммуникационные технологии (ИКТ). Действительно, конец XX века ознаменовался информационно-технической революцией (ИТР), которая позволила вывести на принципиально новый уровень эффективность систем сбора, передачи и обработки информации. Достижения ИТР использованы для создания высокоточного оружия, информационных систем и средств военного назначения, прорывных исследований в военной радиоэлектронике. Именно её достижения являются той основой, на которой строится вся система вооружения современной армии. Это, в свою очередь, обусловило и изменение подходов к ведению войны, основам строительства ВС и управления ими. Анализ эффектов от использования достижений ИТР свидетельствует о том, что революционное развитие систем сбора, передачи и обработки информации предопределило прорывной скачок в характеристиках вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ), отличительная

особенность развития которых состоит в появлении качественно новых видов оружия, таких как высокоточное, информационное оружие на новых физических принципах и на основе робототехнических средств (рисунок 1).

При этом информатизация средств вооружённой борьбы позволила не только создать глобальные системы разведки, связи и навигации, но и взаимно увязать различные ВВСТ и системы управления ими в ЕИП ВС, что дало возможность резко сократить циклы управления вооружением и повысить их эффективность. В условиях такого объединения ВВСТ на основе ЕИП была выдвинута концепция сетецентрического управления ВС как стратегического взгляда на управление силами и средствами ВС в новых военно-технических условиях. Успех использования этой концепции практически всецело зависит от информатизации всех органов управления и ВВСТ, перестройки систем управления от жёсткой иерархической системы к гибкой – сетевой, формирования обмена информацией не только по принципу «начальник – подчинённый», но и по принципу «каждый – с каждым». Реализация этих принципов позволит сформировать единое информационное пространство ВС, которое в реальности обеспечит качественное повышение эффективности боевого применения вооружения, военной и специальной техники. При этом научное обоснование обеспечения интероперабельности в сетевых системах управления становится особенно актуальным.

**ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТЬ:
РЕТРОСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ
ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ПОНЯТИЯ, УРОВНИ, ОТЛИЧИЕ
ОТ ТЕХНИЧЕСКОЙ СОВМЕСТИМОСТИ**

Информатизация средств и комплексов ВВСТ, включение их в ЕИП ВС требует не только решения частных вопросов технической совместимости существующих и разрабатываемых автоматизированных систем управления (АСУ), комплексов средств автоматизации (КСА) и комплексов связи. Нет! Задача формирования ЕИП ВС требует решения более фундаментальной проблемы – обеспечения интероперабельности ЕИП ВС в целом! Обеспечение интероперабель-



ности является первостепенным, можно сказать ключевым, принципом построения ЕИП ВС в качестве бесшовной информационной интеграции её отдельных элементов и подсистем.

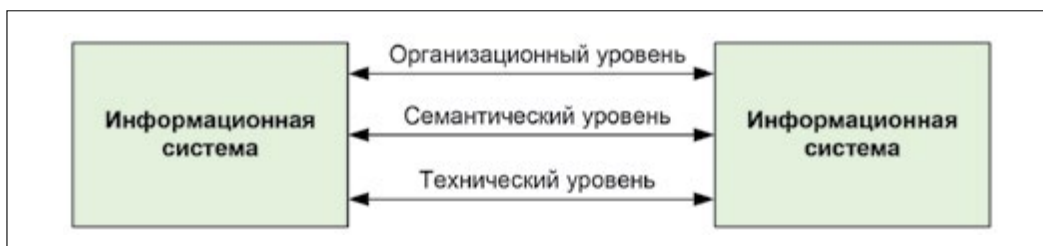
Приведём точное определение термина «интероперабельность». Согласно общепринятому определению, «интероперабельность – это способность двух или более информационных систем или компонентов к обмену информацией и к использованию информации, полученной в результате обмена» (ГОСТ Р 55062-2012, ISO/IEC/IEEE 24765:2017). При этом основу интероперабельности составляют наборы ИКТ-стандартов – профили.

В ГОСТ Р 55062-2012, кроме определений «интероперабельность», «профиль» и ряда других важных понятий, введена эталонная трёхуровневая модель интероперабельности (рисунок 2).

Несмотря на кажущуюся схожесть, интероперабельность является гораздо более широким понятием, нежели «техническая совместимость». Так, если обеспечение технической совместимости систем предполагает формирование и внедрение общих интерфейсов, протоколов и стандартов обмена данными, то интероперабельность помимо этих мероприятий (рисунок 3) требует решения множества других задач, учёта совокупности различных аспектов и параметров на трёх уровнях эталонной модели, зафиксированных в ГОСТ Р 55062-2012: организационном, семантическом и техническом.

Рис. 1. ЕИП ВС при объединении различных ВВСТ и систем управления ими

Рис. 2. Эталонная трёхуровневая модель интероперабельности в соответствии с ГОСТ Р 55062-2012



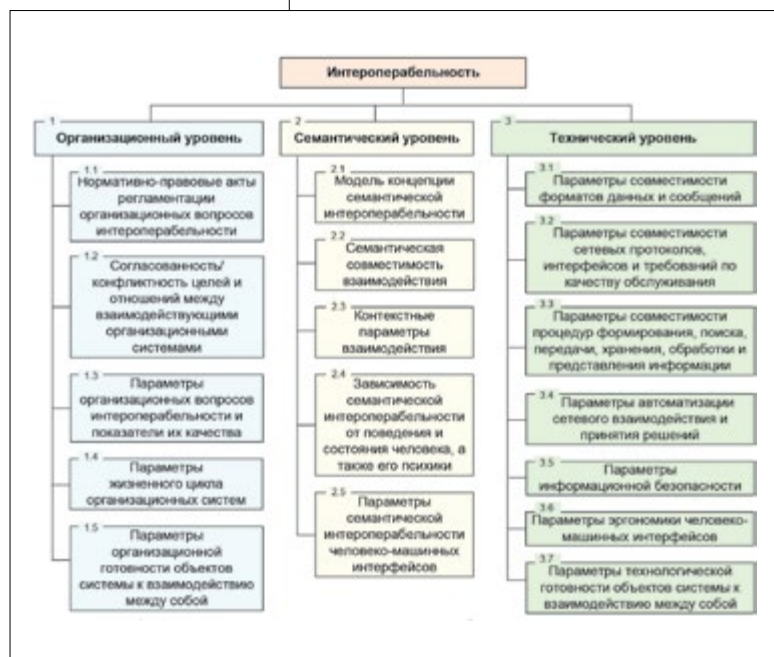
Технический уровень интероперабельности соответствует обеспечению единых стандартов формирования, передачи, хранения, поиска, обработки и представления информации. На этом же уровне должны решаться задачи обеспечения совместимости форматов данных во всех вышеуказанных процессах, а для сетевой инфраструктуры – единство телекоммуникационных протоколов и требований к качеству обслуживания. В связи с широким распространением кибератак на этом же уровне отдельно выделяются вопросы информационной безопасности и рассматривается функционирование различных технических систем ВВС, АСУ, КСА, связи и прочих аппаратно-программных комплексов. Здесь также рассматриваются вопросы технологической готовности различных технических комплексов и систем к информационному взаимодействию между собой, а также эргономики человеко-машинного взаимодействия. В целом технический уровень решает практически все задачи информационной совместимости разно-

образных технических, радиоэлектронных, аппаратных и программных средств и, как правило, в наибольшей степени отвечает несистемному и неполному пониманию проблемы обеспечения интероперабельности.

Семантический уровень интероперабельности соответствует внедрению единых стандартов правильной интерпретации смысла циркулирующей в ЕИП ВС информации: приказов, докладов, сводок и сведений. Значимость этого уровня приобретает особое значение в связи с наметившейся тенденцией к внедрению систем искусственного интеллекта (ИИ) в контур управления войсками и оружием. Человек-оператор интуитивно интерпретирует смысл всей поступающей информации, а командир «вживается» в поле боя через донесения об обстановке. Для систем ИИ всё это является сложной и нетривиальной задачей. Именно на семантическом уровне технические средства ИИ должны обеспечить компиляцию смысла большого количества информации, поступающей от различных источников, верно интерпретировать и оценить обстановку, принимать адекватные решения в ответ на те или иные действия. Со всё большим внедрением систем ИИ в военные системы поддержки принятия решений всеми командирами значимость этого уровня интероперабельности будет возрастать, поскольку именно на нём формализуются процессы компиляции и обработки смысла информации, преобразования её в знания и обмен этими знаниями между системами ИИ, входящими в состав АСУ и КСА, а через человеко-машинные интерфейсы – с операторами и лицами, принимающими решения.

Организационный уровень интероперабельности соответствует общим нормативно-правовым актам, регламентирующим общие задачи обеспечения информационной совместимости сил и средств ВС при решении задач обеспечения обороны страны. На данном уровне формулируются цели и задачи всех органов воен-

Рис. 3. Аспекты и параметры интероперабельности на организационном, семантическом и техническом уровнях



ного управления, порядок взаимодействия сил, а также требования к средствам управления и связи. Разрабатываются руководящие документы, концепции и доктрины, которые определяют стратегии создания и развития ВВСТ (в первую очередь – АСУ, КСА и комплексов связи) с учётом обеспечения информационной совместимости на всём протяжении их жизненного цикла (создание, эксплуатация, утилизация).

Логическую взаимосвязь технического, семантического и организационного уровней интероперабельности можно проиллюстрировать следующим наглядным примером. Если в двух разных странах двумя командами ведётся некий совместный проект, то возможность проведения телефонных переговоров, переписки по email, онлайн-конференций, совместное использование этими командами облачных ресурсов и программного обеспечения соответствует техническому уровню интероперабельности. Достижение понимания между двумя командами за счёт того, что они говорят на одном языке (например, на английском), обладают образованием, знаниями и используют общую лексику для данной предметной области, соответствует уровню семантической интероперабельности. А необходимость оформления технического задания на проект, отчётных документов, руководящих нормативных актов и бухгалтерской отчётности по проекту, по единой форме соответствует уровню организационной интероперабельности. При одновременной реализации технической, семантической и организационной интероперабельности можно говорить о достижении интероперабельности в целом.

СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ В США И СТРАНАХ НАТО

Говоря о проблеме обеспечения интероперабельности, авторы употребляют термин «проблема» намеренно, в первичном значении этого слова: «задача, в данный момент не имеющая решения». При этом, вообще говоря, проблема интероперабельности не решена до конца во всём мире, главным образом, из-за трудностей, возникающих на семантическом уровне. Однако, к сожалению, реальное положение дел по данному вопросу в нашей стране в целом и в ВС РФ

в частности пока отстаёт от мирового уровня и не соответствует важности проблемы.

Начнём с того, что уже примерно 20 лет не только в наиболее технологически развитых странах, но и во многих других государствах проблема обеспечения интероперабельности представляет собой часть государственной политики в области развития и применения ИКТ. Уже более чем в 30 странах существуют государственные документы по обеспечению интероперабельности в сфере государственного управления – «e-Gov Interoperability Framework» (Концепция интероперабельности электронного правительства), а в Европейском союзе действует и постоянно актуализируется документ «European Interoperability Framework» (Европейская концепция интероперабельности), разработанный под эгидой Европейской технической комиссии. Кроме организаций правительственного уровня за рубежом имеется целый ряд неправительственных организаций, решающих проблему интероперабельности в различных областях.

Если говорить об оборонной сфере, то проблему интероперабельности в США и в странах – членах НАТО начали решать в 90-х годах XX века одновременно с внедрением концепции сетецентрического управления (рисунок 4).

Как показано на рисунке 4, в 1998 г. Министерством обороны (МО) США была разработана LISI-модель (Levels of Information Systems Interoperability Model), предназначенная для формализации процессов взаимодействия различных информационных систем. В начале 2003 г. теоретические наработки в области обеспечения интероперабельности систем и средств военного назначения позволили МО США в середине 2000-х годов приступить к практическому созданию глобальной информационно-вычислительной сети GIG (Global Information Grid), которая является информационно-технической основой сетецентрической системы военного управления. Опыт использования наработок в области интероперабельности в процессе проектирования GIG оказался настолько удачным, что в дальнейшем данные наработки были использованы уже в масштабе ВС стран НАТО и разработана модель промышленной консультативной группы НАТО – NIAG-модель (NATO

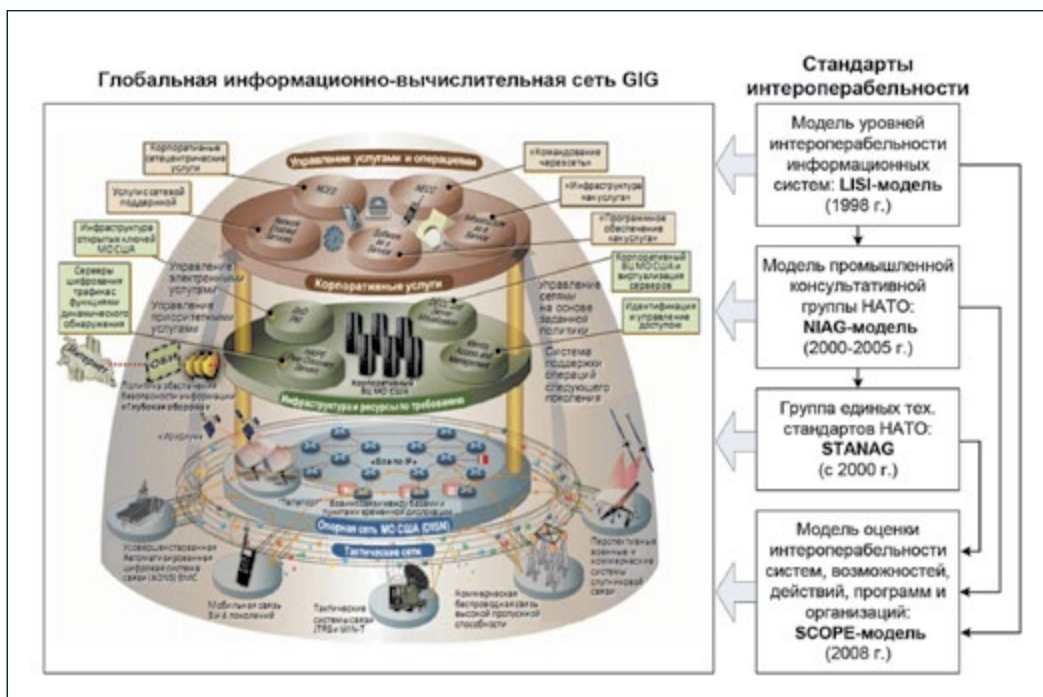


Рис. 4. Ретроспектива развития работ в области интероперабельности в ВС США и в странах НАТО

Industrial Advisory Group), в основу которой были положены группы технических стандартов НАТО – STANAG (Standardization Agreement), направленных на унификацию процесса взаимодействия ВВСТ входящих в НАТО ВС. При этом основные наработки в области NIAG-модели были в дальнейшем использованы консорциумом NCOIC (Network-Centric Operations Industry Consortium) при разработке модели оценки интероперабельности систем, возможностей, действий, программ и организаций – SCOPE-модели (Systems, Capabilities, Operations, Programs, and Enterprises model for interoperability assessment) и руководящего документа по достижению интероперабельности NIF (NCOIC Interoperability Framework).

В настоящее время в НАТО действует большое количество руководящих документов по всестороннему обеспечению интероперабельности. Одним из основных документов выступает регулярно актуализируемый документ NISP (NATO Interoperability Standards and Profiles), состоящий из трёх томов и по состоянию на 2020 год содержащий около 900 стандартов и профилей. В НАТО ежегодно проводится тестирование вновь разработанных ВВСТ, АСУ и средств связи на соответствие требованиям по обеспечению интероперабельности. Особо необходимо подчеркнуть, что большинство документов НАТО с

начала внедрения передовых информационных технологий в военную область уже примерно 20 лет находятся в открытом доступе. В качестве примера можно привести информацию по последним учениям ВС стран НАТО «Defender Europe 2021», прошедших в Эстонии, предусматривающих обширную программу проверки обеспечения интероперабельности взаимодействующих сил и средств различных стран-участников альянса.

Можно констатировать, что в США и странах НАТО в настоящее время имеется развитый теоретический базис военного назначения, который активно применяется на практике.

СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ В РОССИИ

Как же дела с решением проблемы интероперабельности обстоят в РФ? На государственном уровне в программе «Цифровая экономика» термин «интероперабельность» встречается два раза, но нет никаких других документов, подобных приведённой выше «Концепции электронного правительства», несмотря на большое количество статей в научной периодике. В МО РФ, как мы полагаем, интероперабельности не придаётся должного значения. В нашей стране проблема интероперабельности решается ра-

зобощённо на уровне отдельных видов совместимости (информационной, организационной, технической, лингвистической), в соответствии с требованиями ГОСТ 34-й серии разработанных в 90-е годы XX века. При этом проблема интероперабельности в целом пока не только не решена, но и должным образом не сформулирована в руководящих документах! В Военной доктрине РФ в п. 46, г (в редакции 2021 г.) в качестве одной из основных задач оснащения ВС РФ, других войск и органов ВВСТ указано: «качественное совершенствование средств информационного обмена на основе использования современных технологий и международных стандартов, а также единого информационного пространства ВС, других войск и органов как части информационного пространства РФ». Несмотря на то что термин «интероперабельность» в этом документе не используется, но, по существу, он здесь имеется в виду. К сожалению, кроме приведённого выше положения Военной доктрины (п. 46, г), по крайней мере в открытом доступе, документы, подобные имеющимся за рубежом, отсутствуют.

Институт радиотехники и электроники (ИРЭ) им. В.А. Котельникова РАН практически является единственной организацией, выполняющей начиная с 2007 г. системные работы по проблеме интероперабельности. К настоящему времени в нём опубликовано более 50 материалов и разработано около 10 национальных стандартов. Основным результатом следует считать предложенный единый подход к обеспечению интероперабельности информационных систем самого широкого класса, зафиксированный в упомянутом выше ГОСТ Р 55062-2012. Приказом Росстандарта на ИРЭ РАН возложено ведение подкомитета ПК206/ТК22 «Интероперабельность». Использование возможностей ПК206 одобрено НТС ВПК и начато применение предложенного подхода к информационным системам различного назначения.

После 2016 г. специалисты ИРЭ РАН трижды выступали на межведомственной научно-технической конференции «Система межведомственного информационного взаимодействия при решении задач в области обороны РФ», проводимой Национальным

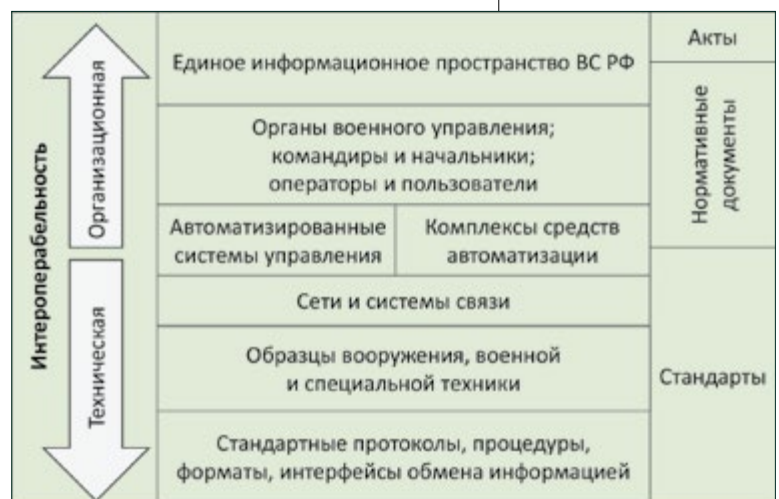
центром управления обороной. В решении II конференции (2016 г.), одобренной начальником Генерального штаба ВС РФ, отмечена необходимость рассмотрения проблемы интероперабельности. Но пока, как отмечено в опубликованной в 2020 г. статье сотрудников Военной академии Генерального штаба, «в РФ работа по достижению интероперабельности не организована должным образом...». По нашей оценке, решение проблем интероперабельности остаётся крайне актуальным для предприятий оборонно-промышленного комплекса и Вооружённых сил РФ.

ВАЖНОСТЬ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ ПРИ СОЗДАНИИ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА ВООРУЖЁННЫХ СИЛ РФ

Мы полагаем, что при выполнении комплекса работ по созданию единого информационного пространства Вооружённых сил Российской Федерации именно интероперабельность должна составлять его основу. Без обеспечения свойства интероперабельности сформировать единое информационное пространство просто невозможно (рисунок 5).

На рисунке 5 в правой колонке показано, что ИКТ-стандарты (в первую очередь стандартные протоколы) обеспечивают технический уровень интероперабельности, а различные акты (постановления, приказы, инструкции и т.д.) – её организационный уровень.

Рис. 5. Роль и место интероперабельности в формировании ЕИП ВС РФ



Отметим, что задача создания ЕИП ВС не является новой.

В РФ имеется опыт создания больших АСУ и КСА с высокой степенью информационной интеграции их элементов. Это АСУ «Манёвр» для сухопутных войск; АСБУ для сил РВСН; КСА «Алмаз» для войск ПВО. Однако этот опыт не был основан на едином системном подходе. При формировании каждой из них использованы самостоятельные решения на техническом и организационном уровне, которые зачастую были несовместимы с другими АСУ и КСА. Таким образом, в РФ большой опыт создания масштабных информационно-управляющих систем (управления войсками) не трансформировался в единый системный подход к обеспечению интероперабельности, на основе которого возможно формирование ЕИП ВС.

Аналогичная задача решалась ведущими странами мира с середины 90-х годов прошлого века. В настоящее время в ВС США и стран НАТО сформировано единое информационное пространство.

В его создание положены следующие основные принципы:

- отдельные ВВСТ изначально разрабатываются с учётом будущей интеграции в рамках ЕИП;

- действует единая система стандартов (ИКТ-профиль) на протоколы формирования, сбора, передачи, обработки, хранения и представления информации;
- требования к интероперабельности предъявляются на этапе технического задания (ТЗ) на разработку отдельных ВВСТ и в дальнейшем уточняются в процессе их эксплуатации;
- решения по информационной интеграции регламентируются большим числом руководящих документов различных органов стандартизации.

Обобщая вышесказанное, мы полагаем, что для достижения надлежащего уровня обеспечения интероперабельности целесообразно заимствовать лучшие зарубежные практики при создании ЕИП ВС РФ за счёт разработки и внедрения требований по интероперабельности в систему разработки и эксплуатации ВВСТ отечественных ВС.

Важность достижения интероперабельности возрастает в связи с переходом к сетевым принципам управления силами и средствами, когда информационно-управляющие системы всех уровней управления, всех видов и родов войск, формирующих ЕИП ВС РФ, должны обладать возможностью бесшовной интеграции.

Рис. 6. Сравнение
российского
и зарубежного подходов
к объединению сил
и средств в рамках ЕИП

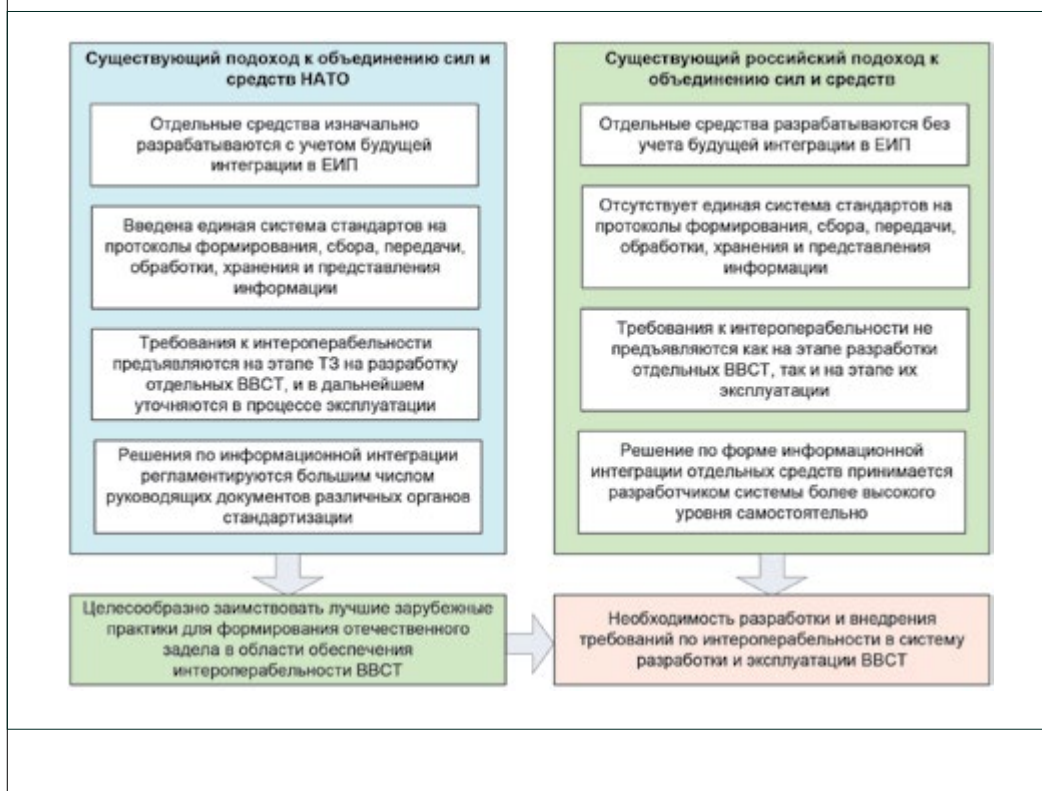




Рис. 7. ИКТ-профиль – ключевой элемент обеспечения interoperability

Отдельной чрезвычайно актуальной задачей является модернизация уже стоящих на вооружении образцов ВВСТ, АСУ, КСА. В рамках её решения необходимо обеспечить interoperability всего унаследованного парка систем и средств на всех стадиях жизненного цикла.

Интероперабельность важна не только непосредственно для ВС РФ, но и для предприятий ОПК, обеспечивая их конкурентоспособность и информационную совместимость выпускаемой ими продукции за счёт разработки профиля – согласованного набора стандартов, протоколов, интерфейсов и форматов данных, используемых для формирования, сбора, передачи, обработки, хранения и представления информации. Профиль представляет собой своеобразный «единый язык» для заказчиков, пользователей, производителей и разработчиков стандартов (рисунок 7). Это позволит значительно упростить работу предприятиям ОПК.

Разработка документа с рабочим названием «Профиль interoperability для оборонспособности РФ» (аналог вышеуказанного документа НАТО – NISP) должна вестись на основе исключительно отечественных стандартов следующих четырех категорий: ГОСТ Р, ГОСТ РВ, так называемых «стандартов двойного назначения» и стандартов ФСТЭК.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Обеспечение interoperability применительно к сложившимся в Российской Федерации условиям – это сложная научно-техническая и организационно-методическая проблема, которая должна решаться комплексно научными, военными и промышленными организациями,

а также органами государственного и военного управления.

В интересах её решения представляется целесообразным:

- организовать научно-исследовательские и поисковые работы, направленные на формирование теоретического базиса обеспечения interoperability – руководящих документов, аналогичных упомянутым документам США и НАТО (SCOPE, NIF и NISP);
- максимально использовать опыт и наработки ИРЭ РАН для расширения перечня исследований по тематике interoperability, с привлечением широкой кооперации исполнителей из профильных научных центров МО РФ и ОПК с курированием данной тематики через секцию прикладных проблем (СПП) РАН;
- под эгидой РСПП и ведущих научных центров МО РФ создать организацию, подобную описанному выше консорциуму NCOIC, которая могла бы взять на себя проработку практических вопросов всестороннего обеспечения interoperability для конкретных образцов ВВСТ, АСУ, КСА и комплексов связи;
- включить раздел «Обеспечение interoperability» в типовую форму технических и тактико-технических заданий на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по обоснованию и разработке образцов ВВСТ, АСУ, КСА и комплексов связи;
- профильным органам военного управления и научным центрам МО РФ (прежде всего 46 ЦНИИ МО РФ) спланировать решение задач по обеспечению interoperability в жизненном цикле ВВСТ. ◆