

**МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**
**ЦЕНТРАЛЬНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ
ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**

**ПРОБЛЕМИ КООРДИНАЦІЇ ВОЄННО-ТЕХНІЧНОЇ ТА
ОБОРОННО-ПРОМИСЛОВОЇ ПОЛІТИКИ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ
ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ**

**Тези доповідей
на VIII міжнародній науково-технічній конференції**

2020

м. Київ

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова організаційного комітету

Чепков І. Б. д.т.н., професор, начальник Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України

заступник голови організаційного комітету

Слюсар В. І. д.т.н., професор, головний науковий співробітник – начальник групи Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України

члени організаційного комітету:

Васьківський М. І. д.т.н., професор, заступник начальника Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України

Лапицький С. В. д.т.н., професор, головний науковий співробітник Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України

Сотник В. В. к.т.н., с.н.с., заступник начальника Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України з наукової роботи

Колєнніков А. П. к.т.н., заступник начальника Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України з питань розвитку та випробувань

Гультяєв А.А. к.т.н., с.н.с., начальник науково-дослідного управління воєнно-технічної політики

Сус С.В. к.т.н., начальник науково-дослідного управління розвитку озброєння та військової техніки Сухопутних військ

Головін О. О. к.т.н., с.н.с., начальник науково-дослідного управління розвитку озброєння та військової техніки Повітряних Сил

Твердохлібов В. В. к.т.н., с.н.с., начальник науково-дослідного управління розвитку озброєння та військової техніки спеціальних військ

Каніщев В. В. начальник науково-дослідного управління розвитку морських озброєнь та техніки Військово-Морських Сил

Мельник В. В. начальник науково-організаційного відділу

Кучинський А.В. к.т.н., с.н.с., начальник 1-го науково-дослідного відділу

Комаров В. О. начальник 2-го науково-дослідного відділу

Козаченко О. І. начальник науково-інформаційного відділу

Настенко М. В. помічник командира військової частини з матеріально-технічного забезпечення – начальник служби

Звєнов А. В. начальник служби охорони державної таємниці

Секретар організаційного комітету

Борохвостов І. В. к.т.н., с.н.с., головний науковий співробітник науково-дослідного управління воєнно-технічної політики

<i>Проценко М.М., Чигінь В.І.</i> Автоматизована пасивна система виявлення, вимірювання параметрів польоту і фотопереслідування безпілотних літальних апаратів	182
<i>Романенко І.О., Дублян О.О.</i> Методика навчання штучних нейронних мереж, що еволюціонують	183
<i>Сачук І.І., Калита О.В., Куц П.С., Бідун А.К., Клевцов С.С., Коробков Ю.В., Ольшевський І.П.</i> Метод збільшення астатизма систем супроводження зенітного ракетного озброєння шляхом забезпечення квазіінваріантності до задавального діяння	185
<i>Сілков В.І.</i> Літаюча модель замість аеродинамічної труби	186
<i>Слюсар В.И.</i> К вопросу оценки эффективности ПВО на основе пандемической модели	187
<i>Слюсар В.И.</i> Сетевая распределенная система управления двигателями воздушных транспортных средств	189
<i>Соболев О.О., Калужинев І.В.</i> Розробка методів і засобів зниження помітності безпілотних літальних апаратів для сучасних засобів виявлення	192
<i>Суслов Т.О., Чуканов А.І.</i> Формування (обґрунтування) тактики використання БПЛА під час виконання розвідки мінної обстановки	193
<i>Тевяшев А.Д., Шостко І.С., Неофітний М.В., Колядін А.В.</i> Системний підхід до вирішення проблеми високоточного наведення засобів ураження повітряних об'єктів	194
<i>Турінський О.В., Певцов Г.В., Ларін В.В.</i> Методологія проектування систем зв'язку і управління для задач повітряної розвідки безпілотними літальними апаратами	196
<i>Улітенко Ю.О., Єланський О.В., Кравченко І.Ф.</i> Створення сімейства двигунів на базі турбореактивного двоконтурного двигуна АИ-322	197
<i>Федоров А.В., Лук'янчиков А.А.</i> Підвищення точності визначення координат повітряних об'єктів під час об'єднання інформації від РЛС та системи приймачів ADS-B з застосуванням технології MLAT в умовах багатоцільової обстановки	198
<i>Худов Г.В., Місюк Г.В., Гниря В.В.</i> Метод підвищення якості виявлення повітряних об'єктів за рахунок системи пасивних приймачів зі змінною базою	200
<i>Худов Г.В., Хижняк І.А.</i> Методи ройового інтелекту для обробки зображень, які отримані з бортових систем оптико-електронного спостереження	201
<i>Чигінь В., Карпенко В.</i> Ударні засоби малорозмірних безпілотних літальних апаратів	202
<i>Чумаченко С.М., Михайлова А.В., Нікітін А.А.</i> Тенденції розвитку інформаційних технологій для обґрунтування вимог до сенсорного поля системи техногенно-екологічного моніторингу на безпілотних літальних апаратах	203

полюру літака та його аеродинамічну якість;
залежність коефіцієнта підйомної сили від кута атаки;
тягу повітряного гвинта, його ккд, коефіцієнт навантаження на обертаємо площину;
діапазон швидкостей та висот польоту;
характеристики швидкопідйомності.

За отриманими характеристиками можна побудувати графіки, які традиційно видаються при проведенні трубного експерименту.

Для реалізації програми розроблена методика льотного експерименту і програма обробки параметрів польоту у середовищі EXCEL.

Тестовий приклад підтвердив працездатність розробленої методики.

Слюсар В.И., д.т.н., проф.
Центральный НИИ ВВТ ВС Украины

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПВО НА ОСНОВЕ ПАНДЕМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Для оценки эффективности карантинных мероприятий во время пандемии COVID'19 и выработки рекомендаций относительно момента начала выхода из карантина специалистами некоторых стран НАТО широко использовались модели пандемии, получившее наименование Flat the curve. Они базируются на предложенной в 1927 г. SIR–модели (**S**usceptible-**I**nfectious-**R**ecovered), описывающей с помощью системы обыкновенных дифференциальных уравнений взаимосвязь между количеством людей, восприимчивых к инфекции (S), инфицированных (I) и уже невосприимчивых к ней, то есть выздоровевших либо погибших (R).

Примеры построения SIR-моделей для различных параметров интенсивности эпидемии, продолжительности и объемов карантинных мероприятий были получены автором с помощью доступной в Интернет модели пандемии, разработанной на языке программирования R в среде Shinty (https://tinu.shinyapps.io/Flatten_the_Curve).

Универсальность SIR-модели заключается в том, что она может быть использована для оценки эффективности систем, противодействующих в течение ограниченного времени более продолжительному воздействию негативного фактора. В частности, карантинные мероприятия, например, физическое дистанцирование, сокращение времени межличностных контактов и прочие, могут быть интерпретированы в военной области как противодействие обороняющейся стороны атакующему противнику, например с помощью сил противовоздушной обороны (ПВО).

Если проводить аналогию между SIR-кривой, характеризующей количество инфицированного населения, и ущербом от ударов средств воздушного нападения в ходе боевых действий, то при полном отсутствии

средств ПВО (аналогичного отсутствию карантинных мероприятий) имел бы место максимальный пик уничтоженных объектов инфраструктуры за сравнительно короткий период времени.

При наличии эффективной ПВО интенсивность уничтожения объектов защищаемой инфраструктуры снижается по аналогии с введением карантина на ограниченный период времени. Но в дальнейшем, после истощения ресурсов ПВО, если боевые действия продолжаются, то начинается вторая волна разрушений, как это имеет место в отношении второй волны пандемии. В этом случае SIR-кривая ущерба будет характеризоваться меньшим пиком вследствие сокращения доли неуничтоженных ранее объектов. Также снижение вторичного пика обусловлено истощением ресурса атакующей стороны из-за уничтожения средств воздушного нападения в процессе подавления активной ПВО обороняющейся стороны (эквивалентно наличию карантина) и вследствие применения обороняющейся стороной других средств поражения (авиационные и ракетные удары по аэродромам, складам боеприпасов, командным пунктам, радиоэлектронное противодействие средств воздушного нападения и т. д.).

Для наглядной интерпретации коэффициента интенсивности R_0 , используемого в SIR-модели пандемии, применительно к оценке эффективности ПВО можно рассмотреть следующий пример. Предположим, что каждый атакующий самолет противника осуществляет пуски, например, 4 ракет класса “воздух-земля”. При этом будем считать, что каждая выпущенная ракета с какой-то вероятностью достигает цели. Это эквивалентно случаю заражения одним человеком 4 человек, то есть $R_0=4$.

В следующем налете появляются новые атакующие самолеты, что является аналогом вторичного заражения от инфицированных на первом этапе. При этом каждая выпущенная на первом этапе ракета на втором этапе заменяется новым самолетом с еще 4 ракетами. Таких циклов можно рассматривать достаточно много. Но рано или поздно экспоненциальное нарастание количества инфицированных (пораженных объектов инфраструктуры) нужно будет ограничить. В результате модель будет эквивалентна случаю изменяющегося со временем в сторону уменьшения коэффициента интенсивности R_0 .

Следует отметить, что все представленные в открытый доступ пандемические SIR-модели имели неизменное значение R_0 в течение всего карантина, тогда как необходимо применять модель с уменьшающейся за время карантинных мероприятий величиной R_0 . Это будет более адекватно соответствовать динамике наблюдавшихся процессов.

В медицинской практике уровень инфекции R_0 считается линейным, если он меньше или равен единице. Это означает, что один зараженный человек заражает только одного или одного из нескольких человек. Такой вариант является позитивным по конечному результату, поскольку в конечном итоге у вируса не будет человека-хозяина. Напротив, R_0 будет экспоненциальным, если один инфицированный человек заражает несколько

лиц, и поэтому существует широко распространенная инфекция, масштабы охвата которой определенного количества населения той или иной страны увеличиваются. Аналогичный подход применим и в отношении различных сценариев использования сил ПВО, интенсивности применения средств РЭБ, авиации и артиллерии обороняющейся стороны.

С учетом изложенного, можно предположить, что такая концепция моделирования динамики боевых действий позволит более строго оценить эффективность системы ПВО за время операции или кампании в целом по сравнению с классическим подходом на основе расчета оценки математического ожидания количества сбитых за налет целей и предотвращенного ущерба. Подобный вариант оценки эффективности боевых действий может быть распространен и на другие виды и рода войск. Все это говорит о целесообразности освоения военными аналитиками методологии моделирования пандемий как альтернативного подхода, используемого в интересах прогнозирования хода боевых действий, обоснования сценариев применения войск и требований к их вооружению и военной технике.

Слюсар В.И., д.т.н., проф.
Центральный НИИ ВВТ ВС Украины

СЕТЕВАЯ РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯМИ ВОЗДУШНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Распределенная система управления двигателем (DECS) воздушных транспортных средств будущего должна быть построена на основе сетевого принципа в качестве составляющей бортовой интегрированной, иерархической, многомерной и мультисетевой системы.

В качестве прототипа DECS можно использовать архитектуру транспортных средств НАТО (NGVA, STANAG 4754), которая применяется в боевых машинах, и аналогичный подход - в GVA (Великобритания) или VICTORY (США). Но DECS должна объединять несколько сетей, таких как сеть управления, диагностическая и сервисная сеть для передачи данных датчиков и видеопотоков от разных камер высокой разрешающей способности, расположенных в пространстве вокруг двигателя. DECS должна иметь полную интеграцию с сетью пожаротушения, поскольку обе сети используют общие датчики и объект воздействия. В связи с этим для передачи данных контроля и обратной связи внутри DECS текущей тенденцией является использование службы распределения данных в реальном времени (DDS, используется в NGVA) через сеть IP на основе ROS-2 (операционная система для роботов) или аналогичную версию ROS-M. В качестве протокола распространения данных также можно использовать комбинацию DDS с протоколом MQTT-SN, который представляет собой транспорт обмена сообщениями в сенсорных сетях по принципу “подписчик-

издатель” и был разработан для телеметрии транспортных средств, сетей датчиков, а также является основным протоколом IoT. Для уменьшения джиттера и задержек сетей управления двигателем можно использовать интеграцию DDS с жёстко синхронизированной сетью (DDS-TSN), которая будет иметь джиттер на уровне нескольких микросекунд.

Для создания стойких к воздействию мощного электромагнитного импульса сетей управления двигателями и высокотемпературных коммуникаций необходимо использовать волоконно-оптические линии связи. В этом контексте наилучшим решением является применение нескольких одноплатных компьютерных блоков спецификации SOSA и модулей ввода-вывода SOSA с волоконно-оптическими разъёмами. Такие разъёмы имеют максимальную скорость передачи 22 Гбод, а все SOSA-модули соответствуют военным требованиям в отношении прочности. Следует сказать, что стандарт SOSA пока доступен лишь для граждан США, но в будущем он будет расширяться на другие страны. Каждая сеть внутри DECS (сеть управления, система диагностики и обслуживания, сеть пожаротушения) должна иметь один или несколько распределенных одноплатных компьютерных блоков SOSA со шлюзом между такими сетями внутри DECS и шлюзом для других сетей воздушного транспортного средства за пределами DECS. Для лучшей совместимости бортовых сетей необходимо расширить построение общих принципов DECS (общая модель данных DDS-TSN и т.п.) на всю иерархию сетевых решений воздушного судна.

Важной тенденцией в развитии DECS является реализация искусственного интеллекта (ИИ) для управления работой мультисетевой архитектуры, оптимизации обмена данными, осуществления координации датчиков и контроллеров на борту летательного аппарата. ИИ также может выполнять в рамках DECS следующие функции: предупреждение о возможности возникновения критической ситуации, определение безопасного режима работы двигателя, обнаружение внезапно возникающих угроз, препятствующих функционированию двигателя, визуальное предупреждение для маркирования участков, которые нуждаются в особом внимании, анализ мультиспектральных изображений локальных зон двигателя для идентификации изменений его поверхности, являющихся признаком возможного разрушения на фоне естественного износа. По сути, ИИ относится к разряду технологий, дополняющих возможности пилота, а саму дополненную реальность (ДР) следует рассматривать как связующий механизм между ИИ и человеком. Для поддержки принятия решений могут быть использованы облачные или мультисетевые кооперативные алгоритмы ИИ, которые распределяются между несколькими сетями и системами воздушного транспортного средства и могут создавать общие трехмерные контуры ДР для восприятия ситуационной картины.

В связи с этим речь идет о необходимости взаимодействия между форматом (моделью) данных, генерируемых в сетях двигателя, и программным обеспечением устройств воспроизведения символов ДР,

которое должно идентифицировать тип данных и отправлять их на дисплей (визуальные данные), динамики (акустические символы) или тактильные элементы (перчатки, виброэлементы сидений, ремни и т.п.). В некоторых случаях в DECS данные о двигателях могут быть преобразованы в данные ДР и обратно. Но в большинстве общих случаев возникает потребность в обмене специфичными для ДР данными, поскольку не все данные ДР является информацией обратной связи двигателя. Примером такого контекста являются виртуальные 3D-модели ДР для тестирования двигательных систем перед миссией, аниме, аватары, контурные символы датчиков и актюаторов, распознанные ИИ на облаке точек и в видеопотоках, а также некоторые элементы синтетического окружения и т.п. Все эти задачи можно решить стандартизацией протокола передачи данных ДР (структура и размер типичного блока данных). С другой стороны, межсетевой трафик данных ДР должен быть помехоустойчивым и передаваться с соблюдением требований киберзащиты. В дальнейшем можно применить технологию блокчейна, но сегодня большой проблемой является ограниченная эффективность связи на борту. В этом контексте современные стандарты передачи данных с помощью волоконной оптики должны быть обновлены на основе новых форм сигналов и технологий. Одной из таких идей является использование неортогонального дискретного мультиплексирования сигналов (N-OFDM). Это может повысить производительность данных за счет лучшей спектральной эффективности.

Межсетевой обмен данными ДР на борту позволит коренным образом обновить процесс обучения и тренировок экипажей в рамках практических миссий. Как отмечают некоторые исследователи, данные ДР также могут использоваться как виртуальная комбинация элементов реальной и синтетической среды.

Важно, что существующие стандарты в данной области разработаны не полностью и имеют много пробелов. Более того, не существует общего и долгосрочного плана относительно формирования набора стандартов, учитывающих все аспекты взаимодействия. Поэтому главным средством обеспечения совместимости подсистем DECS является разработка стандартов DECS как системы систем стандартов (S3) в виде интегрированной, иерархической, многомерной и многофункциональной системы нормативных документов.