



УДК 623.746.3:355.014  
ГРНТИ 78.25.35

## АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ИСТРЕБИТЕЛЬНЫМ АВИАЦИОННЫМ КОМПЛЕКСОМ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОБОРОНЫ

*С.Н. СЕРГЕЕВ*

*ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», (г. Воронеж)*

*П.И. КРАСНИКОВ*

*ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина (г. Воронеж)*

*С.А. ЖИВОТОВ*

*ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина (г. Воронеж)*

*А.И. ФИЛЬЧЕНКО, доцент*

*ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина (г. Воронеж)*

Предлагается одно из решений проблемы управления боевым применением авиационных комплексов, решающих задачи воздушно-космической обороны, в условиях несоответствия физических и интеллектуальных возможностей экипажа уровню сложности боевых задач при дефиците времени.

*Ключевые слова:* авиационный комплекс, ближний маневренный бой, система управления, система боевого применения, дальний ракетный бой, автоматизация.

## FIGHTER AVIATION COMPLEX CONTROL AUTOMATIZATION FOR SOLVING THE TASKS OF AIR AND SPACE DEFENSE

*S.N. SERGEEV*

*MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)*

*P.I. KRASNIKOV*

*MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)*

*S.A. ZHIVOTOV*

*MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)*

*A.I. FIL'CHENKO, Assistant Professor*

*MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)*

The solution to the problem of combat aviation complex use control that solve the problem of aerospace defense, in the conditions of discrepancy between the physical and intellectual capabilities of the crew to the level of complexity of combat missions with a shortage of time is proposed.

*Keywords:* aviation complex, close maneuvering battle, control system, combat application system, long-range missile battle, automation.

**Введение.** Из анализа тенденций развития средств воздушного нападения (СВН) следует, что авиационным комплексам (АК), решающим задачи воздушно-космической обороны (ВКО), предстоит вести борьбу с большим разнообразием пилотируемых и беспилотных типов воздушных объектов, действующих в широком диапазоне высот и скоростей полёта, имеющих значительный диапазон изменения эффективной поверхности рассеивания (ЭПР), использующих все виды пассивного и активного противодействия с массовым применением современных боеприпасов и средств искусственного интеллекта.

Кроме того, в настоящее время в стадии развития находится концепция информационного противоборства (информационной войны), в соответствии с которой в контексте вооружённой борьбы осуществляется перенос акцента в противоборстве с традиционных форм воздействия



(маневр, подавление, огонь) в информационно-интеллектуальную область, в процессы принятия решений и дезорганизацию систем управления средствами и оружием. Бортовая система управления (БСУ) существующих истребителей ориентирована на решение задач перехвата и воздушного боя в условиях, не учитывающих в полной мере ожидаемые виды противодействия, а реализованное в них математическое обеспечение не соответствует требованиям, предъявляемым к системам управления исполнительского уровня при ведении современного боя в условиях противоборства.

**Актуальность.** Из анализа тенденций развития средств воздушного нападения (СВН) следует, что авиационным комплексам (АК), решающим задачи воздушно-космической обороны (ВКО), в прогнозируемый период предстоит вести борьбу с большим разнообразием пилотируемых и беспилотных типов воздушных объектов, действующих в широком диапазоне высот и скоростей полёта, имеющих значительный диапазон изменения ЭПР, использующих все виды пассивного и активного противодействия с массовым применением современных боеприпасов и средств искусственного интеллекта.

**Теоретическая значимость.** В настоящее время в стадии формирования и развития находится концепция «информационной войны» («информационного противоборства»), в соответствии с которой в контексте вооружённой борьбы осуществляется перенос акцента в противоборстве с традиционных форм воздействия (маневр, подавление, огонь) в информационно-интеллектуальную область, в процессы принятия решений и дезорганизацию систем управления средствами и оружием. Бортовая система управления (БСУ) существующих истребителей ориентирована на решение задач перехвата целей в условиях, слабо учитывающих ожидаемые виды противодействия, а реализованное в них математическое обеспечение не соответствует требованиям, предъявляемым к системам управления исполнительского уровня при ведении современных боёв в условиях противоборства.

Результаты исследовательских учений с выполнением боевых стрельб истребителей в условиях, приближённых к реальным, показывают, что при отражении массированных налётов СВН возникает ряд серьёзных проблем, которые не позволяют в полной мере реализовать потенциальные боевые возможности АК, особенно одноместных. Это в первую очередь обусловлено недостаточным уровнем автоматизации в БСУ процессов оценки сложной воздушной обстановки, оперативного (в реальном масштабе времени) планирования рациональных способов боевого применения, отсутствием автоматизированных способов ведения современного одиночного и группового дальнего ракетного боя (ДРБ), а также оперативных методов оценки результатов боевого применения [1].

Недостатки обеспечения боевого применения боевых АК приводят к чрезмерной нагрузке членов экипажей (особенно одноместных самолётов), крайней сложности (физически и умственно) правильной оценки очень динамичной воздушной обстановки и, как следствие, практической невозможности своевременной и адекватной реакции на возникающие угрозы даже высоко подготовленных экипажей.

По результатам научных исследований и мнению ведущих экспертов в настоящее время низкий уровень интеллекта борта не позволяет реализовать до 40–60 % от потенциальных боевых возможностей АК, особенно в ДРБ.

При этом обозначились следующие тенденции и закономерности:

значительное расширение многообразия возможных тактических ситуаций и повышение сложности выбора рациональных способов боевого применения;

преимущественное ведение боевых действий вне визуальной видимости противника и взаимодействующих АК, отсюда увеличение необходимых операций экипажа с комплексом бортового оборудования и вооружением;

увеличение динамики процессов боевого применения и резкое сокращение располагаемого времени на оценку экипажем воздушной обстановки и принятие решения;



значительное усложнение процессов идентификации СВН, прогнозирования и отслеживания их поведения;

сложность своевременной и адекватной оценки экипажем характера и степени угроз со стороны атакующих СВН, стрессовость ситуаций;

многократное возрастание вероятности ошибочных действий даже высоко подготовленных экипажей и платы за их последствия;

прогрессирующее несоответствие физических и интеллектуальных возможностей экипажа уровню сложности большинства боевых задач в условиях дефицита времени.

На учениях экспериментально показано, что загрузка экипажей АК на ответственных этапах выполнения поставленных боевых задач превышает критическую и приводит к предпосылкам совершения ошибочных действий.

Выходом из такого положения является использование принципов автоматизации, использование возможностей искусственного интеллекта (ИИ), что предполагает классификацию и структуризацию решаемых боевых задач, поэтапное создание и развитие баз данных и баз знаний, разработку методов выработки рациональных решений на неформальной основе, средств и способов отображения необходимой информации [2].

Применительно к перспективным истребителям прослеживается устойчивая тенденция дальнейшего усложнения способов их боевого применения с нарастанием возможных сочетаний вариантов действий АК, (групп самолётов) противоборствующих сторон с широким применением ими траекторного, информационного, огневого и интеллектуального взаимодействия внутри групп самолётов, а также с наземными и воздушными системами управления. В связи с этим задача всемерного наращивания интеллектуального обеспечения боевого применения, интеллектуализации БСУ является наиважнейшим условием практической реализации высоких боевых возможностей разрабатываемых АК.

Успешное решение данной задачи позволит также в определённой мере разрешить следующие важные проблемы:

повысить боевую живучесть и боеспособность АК в воздухе даже в случае поражения членов экипажа за счёт реальной возможности продолжения полётного задания и последующего возвращения на свой или запасной аэродром в беспилотном режиме;

ослабить влияние субъективных факторов и, в частности, уровня физической, интеллектуальной и боевой подготовки экипажа на результат боевого применения;

создать реальные предпосылки для боевого применения АК в беспилотном варианте, а также боевого применения групп АК смешанного состава (беспилотных и пилотируемых АК), что является весьма оправданным в ситуациях, чреватых значительными потерями лётного состава, а также может в значительной мере компенсировать потери лётного состава в процессе ведения систематических боевых действий.

Применение определённого количества АК в беспилотном режиме позволит значительно расширить множество допустимых способов боевого применения за счёт использования ряда более рискованных или ранее ограниченных человеческими возможностями способов и тактических приёмов.

Задача интеллектуализации борта АК в части обеспечения задач боевого применения является чрезвычайно наукоёмкой, сложной и по предварительным научным наработкам и оценкам должна замыкаться на отдельную высокопроизводительную ЭВМ с очень высоким быстродействием (до 1 млрд. оп/с) и с большим объёмом оперативной и долговременной памяти.

Это необходимо для размещения в ней большого объёма баз данных, баз знаний, многочисленных методов и методик, правил выработки и практической реализации рациональных вариантов действий, а также отображения разнообразной тактической информации на (желательно специальном) индикаторе тактической обстановки и боевого применения. Для решения данной задачи необходимо выполнить большой объём научных исследований, в том числе по рациональной классификации многообразия боевых задач, по разработке частных и общих баз



данных и баз знаний, по разработке огромного количества частных и общих методик и методов подготовки и принятия решений, огромного семейства исполнительных алгоритмов и программ, путей повышения надёжности и устойчивости системы в целом и её защиты от утечки информации и несанкционированного доступа и т.д.

Повышение уровня интеллекта – это комплексная проблема, стоящая перед наземными и бортовыми системами управления, которая должна решаться путём использования принципов системного подхода, позволяющего на современном этапе развития компьютерной технологии с единых концептуальных позиций рационально распределить функции между наземными и бортовыми системами с учётом ожидаемых уровней информационного обеспечения боевых действий и вариантов состояния внешней среды. Концептуальная основа, которая должна быть заложена при разработке и создании перспективных систем управления, состоит в том, что единая система управления, включающая наземную и бортовую подсистемы, должна решать задачи управления процессом ведения боя, занимать активную позицию в противоборстве сторон, вынуждать воздушного противника действовать в выгодном для нас направлении путём использования традиционных средств и широкого внедрения в практику управления новых информационных технологий.

В силу того, что наземные системы управления выдают обобщённую информацию о воздушной обстановке с запаздыванием и не располагают достаточными возможностями влияния на линию поведения воздушных объектов, и учитывая тенденцию интеллектуализации бортового оборудования АК, возникает объективная необходимость перераспределения функций между наземными и бортовыми системами управления с переносом центра тяжести реализации управления линией поведения воздушных объектов на бортовую систему управления.

БСУ АК по собственной информации о воздушной обстановке с использованием человеко-машинных структур осуществляют оценку лётной ситуации, уточняют планируемые воздействия и принимают решения на их организацию и реализацию. При указанном распределении функций взаимодействие наземных и бортовых систем управления (СУ) будет выглядеть следующим образом. Наземная (внешняя) СУ по результатам контроля воздушного пространства и управления информационными потоками выдаёт рекомендации АК по линии их предпочтительного поведения в процессе решения поставленной задачи. Рекомендации, формируемые наземной СУ, на борту АК сравниваются с результатами анализа ситуации по собственной информации и решения на управляющие воздействия принимаются по правилам реагирования с приоритетом ситуации реального времени.

Из анализа имеющихся материалов по ведению воздушных боёв следует, что воздушные бои, планируемые на земле, реализуются в большинстве случаев только как замыслы завязки боя. Бортовые человеко-машинные системы независимо от закладываемых в них принципов интеллектуализации должны обеспечивать оценку сложившихся ситуаций на объекте, их классификацию по степени угроз, формирование правил выбора наилучших решений, позволяющих перевести объект в новую, наиболее благоприятную для решаемой задачи ситуацию.

Для обеспечения широкого внедрения интеллектуальных БСУ современных и перспективных АК необходимо решение ряда организационно-технических и научных проблем, главными из которых являются:

- описание структуры объекта, описание принципов функционирования объекта, описание законов управления объектом;

- создание эффективных процедур сбора и представления авиационно-технических знаний, т.е. формирование базы знаний в данной предметной области;

- создание надёжных механизмов логического вывода и правил выбора, обеспечивающих гарантированное время реакции;

- организация интеллектуального интерфейса в структуре «лётчик – БСУ – самолёт».

В настоящее время мы располагаем только статической информацией о характеристиках средств и ожидаемой структуре построения ударов различного назначения и практически не





имеем информации о динамике (принципах) функционирования воздушных объектов при решении боевых и обеспечивающих задач, что затрудняет выявление закономерностей управления такими объектами.

Несмотря на неполноту имеющейся информации о воздушных объектах, необходимо приступить к разработке прототипов интеллектуальных систем с открытой архитектурой, позволяющей в процессе разработки и обучения накапливать и пополнять базу знаний в предметной области, корректировать логику выбора решений, обеспечивающих возможность решения задачи перехода от систем пассивной обороны к активным системам управления ситуациями.

В составе комплекса бортового оборудования АК целесообразно выделить отдельную бортовую систему боевого применения (БСБП) и разрабатывать её в полном соответствии с действующими регламентирующими документами на всех этапах создания. Несоблюдение порядка создания бортовых систем затруднит решение задачи интеллектуализации борта АК. Анализ показывает, что при существующем и разрабатываемом бортовом вооружении в большинстве прогнозируемых условий боевых действий ключевое значение имеет наиболее сложная тактическая ситуация – групповой дальний ракетный бой. В связи с этим в БСБП автоматизации процессов ведения группового ДРБ с применением методов ИИ должно уделяться первостепенное внимание. Ситуация одиночного ДРБ (1x1) должна рассматриваться как частный случай группового ДРБ. Следующими по важности направлениями автоматизации борта с применением методов ИИ являются автоматизация управления процессами перехвата воздушных целей и ведения ближнего воздушного боя.

В целях максимального исключения негативного влияния субъективных факторов, связанных с действиями экипажа, целесообразна формализация в БСБП наибольшего числа его операций и манипуляций по оценке воздушной обстановки, по выработке и принятию решений на действия и по их реализации. С этой точки зрения, а также в интересах обеспечения надёжного и качественного решения интеллектуальных задач необходимо использование методов ИИ практически на всех уровнях и этапах выработки и принятия решений по использованию тех или иных сочетаний элементов боевого применения.

Такой подход к созданию БСБП открывает большие возможности в дальнейшем для использования АК в беспилотном варианте для решения наиболее рискованных боевых задач, а также для применения действий смешанных (пилотируемых и беспилотных) АК и групп, например, пилотируемых ведущих и беспилотных ведомых, действующих по единому сценарию. Для практической реализации таких потенциальных возможностей необходимо решить проблему взлёта, возврата и посадки АК полностью в автоматическом режиме, в том числе с использованием специальных взлётно-посадочных средств.

К настоящему времени создан значительный научно-технический задел для практической реализации БСБП в составе АК, а именно:

при разработке семейства АК 4-го поколения реализована развитая идеология ведения групповых полуавтономных и автономных действий с достаточно высоким уровнем автоматизации процессов выполнения, главным образом, задач перехвата пилотируемых и беспилотных СВН;

стало возможным создание высокопроизводительных информационно-вычислительных систем (ИВС) на основе применения современной элементной базы и новейших информационных технологий, позволяющих размещать огромные базы данных и знаний, обеспечивать выполнение больших объёмов операций и оценок, перебора и отбора альтернативных вариантов действий в реальном масштабе времени;

практически внедрено в информационно-управляющее поле кабины лётчика семейство современных многофункциональных цветных индикаторов с высокой разрешающей способностью, позволяющих в наиболее удобном и наглядном графическом виде представлять результаты необходимых оценок и рекомендаций;



отрабатываются высокоэффективные закрытые системы связи и телекоммуникаций с большой пропускной способностью;

выполнен большой ряд прикладных и фундаментальных НИР в области развитых технологий и методов ИИ применительно к боевым АК нового поколения, накоплен богатый опыт боевого применения АК и СВН предыдущих поколений, позволяющий с учётом качественных изменений технических возможностей перспективных АК и СВН достаточно точно прогнозировать характер их боевых действий;

практически отработаны способы речевого ввода информации (тех или иных команд о выполнении необходимых операций);

сложилась чёткая идеология и структура АСУ боевыми действиями ИА при решении задач ВКО, реализуемая в модернизируемых и перспективных АСУ наземного и воздушного базирования.

**Выводы.** Таким образом, следует принять, что системное осмысление и использование указанного научно-технического задела и целенаправленная формализация многообразия операций по синтезу и практической реализации наиболее рациональных способов и сценариев выполнения конкретных боевых задач представляет собой сложнейшую трудоёмкую проблему. Необходимым условием её успешного решения является разработка БСБП в строгом соответствии с действующими нормативными документами о порядке разработки АТ военного назначения с соблюдением всех основных этапов (ТЗ на отдельную конструкторскую разработку, аванпроект, эскизный проект, испытания).

Уровень взаимодействия экипажа АК с БСБП может изменяться как в зависимости от этапа полёта и решаемых задач, так и от степени интеллектуализации БСБП [3,4].

Самый низкий уровень соответствует отсутствию интеллектуальной БСБП. При необходимости принятия важных решений или значительном располагаемом времени БСБП будет работать на необходимых уровнях.

При высокой загрузке экипажа БСБП должна работать на уровне, соответствующем сложному управлению со стороны БСБП – они, по-видимому, будут реализованы лишь в отдалённой перспективе.

В научно-техническом плане для создания БСБП необходимо выполнить большой объём работ по:

постановке общей и частных научных задач по разработке структуры и внутреннего содержания БСБП в целом и её элементов;

формированию «необходимого разнообразия», подлежащего обязательной формализации в БСБП;

формированию обширных баз данных и баз знаний, исчерпывающе характеризующих формализуемые процессы и явления, имеющие место при боевом применении АК, в том числе групп и объединённых групп АК;

разработке большого семейства имитационных математических моделей разного уровня в интересах создания и последующего пополнения необходимых баз данных и баз знаний в области боевого применения АК, а также для частных и комплексных оценок боевой эффективности АК и проверки работоспособности отдельных элементов и БСБП в целом.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция интеллектуальной поддержки тактических решений экипажей (командиров групп) авиационных комплексов при выполнении боевых задач. М.: Министерство обороны РФ, 2010.

2. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: Современный подход. / Пер. с англ. М.: Вильямс, 2006.



3. Системы искусственного интеллекта и области их военного применения. Обзор по материалам иностранной печати. Кн. 2. Состояние и перспективы разработки бортовых пилотажных и навигационных экспертных систем в зарубежных авиационных комплексах 1990-х годов. / Под ред. Е.А. Федосова. – М.: НИЦ ГосНИИАС, 1992.

4. Бортовые интеллектуальные системы. Сборник статей в 3-х частях. Ч.1. Авиационные системы. М.: Радиотехника, 2008. С. 35–45.

#### REFERENCES

1. Konceptsiya intellektual'noj podderzhki takticheskikh reshenij `ekipazhej (komandirov grupp) aviacionnyh kompleksov pri vypolnenii boevykh zadach. m.: ministerstvo oborony RF, 2010.

2. Rassel S., Norvig P. Iskusstvennyj intellekt: Sovremennyy podhod. / Per. s angl. M.: Vil'yams, 2006.

3. Sistemy iskusstvennogo intellekta i oblasti ih voennogo primeneniya. Obzor po materialam inostrannoj pechati. Kn. 2. Sostoyanie i perspektivy razrabotki bortovykh pilotazhnykh i navigacionnykh `ekspertnykh sistem v zarubezhnykh aviacionnykh kompleksah 1990-h godov. / Pod red. E.A. Fedosova. – M.: NIC GosNIAS, 1992.

4. Bortovye intellektual'nye sistemy. Sbornik statej v 3-h chastyah. Ch.1. Aviacionnye sistemy. M.: Radiotekhnika, 2008. pp. 35–45.

© Сергеев С.Н., Красников П.И., Животов С.А., Фильченко А.И., 2019

Сергеев Сергей Николаевич, профессор кафедры тактики истребительной авиации командного факультета, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А.

Красников Павел Иванович, преподаватель кафедры тактики истребительной авиации командного факультета, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, pikrasnikov@mail.ru.

Животов Сергей Анатольевич, старший преподаватель кафедры тактики истребительной авиации командного факультета, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А.

Фильченко Александр Иванович, доцент, начальник кафедры тактики истребительной авиации командного факультета, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А.