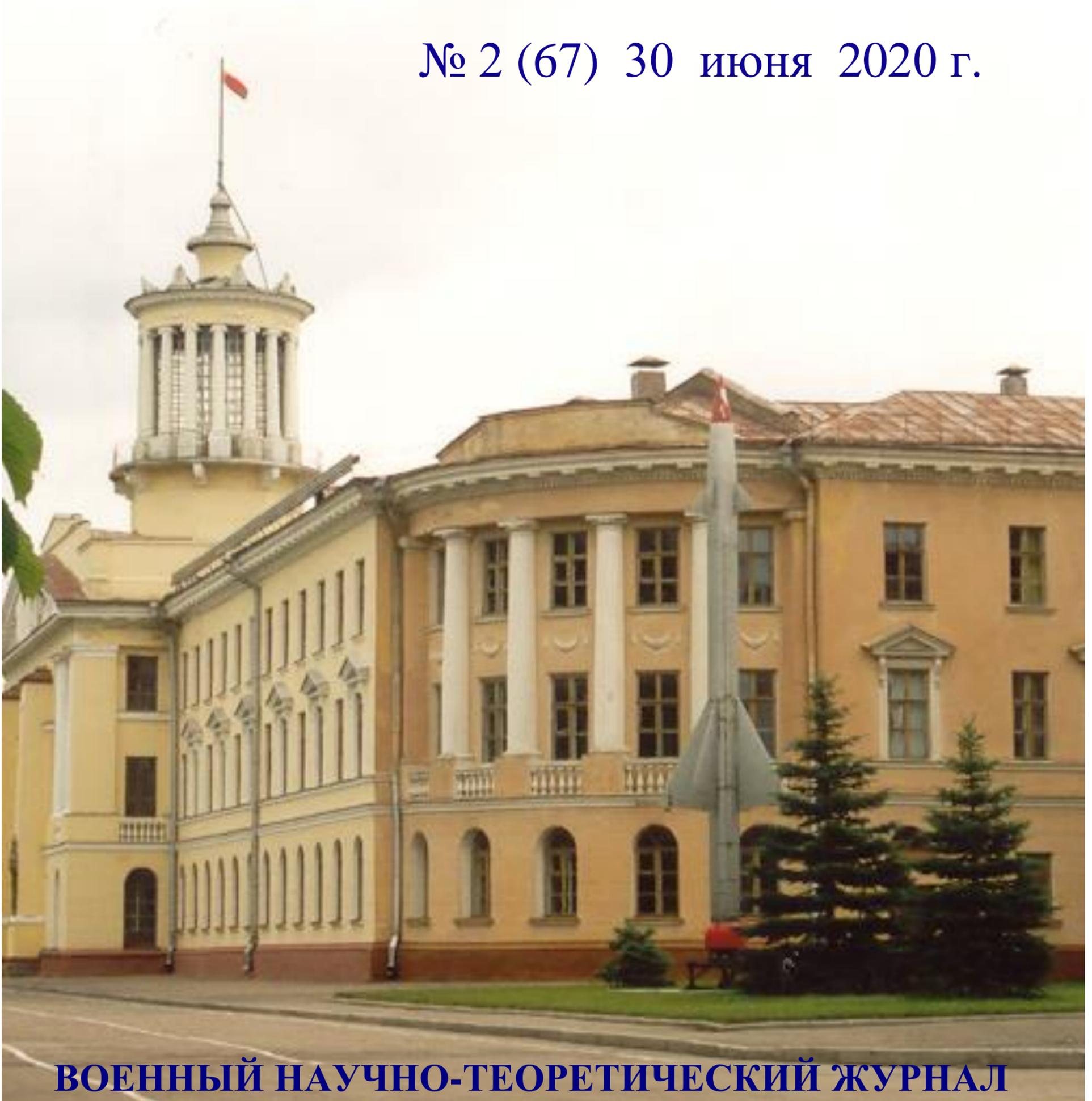


ISSN 2224-1159

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ВОЕННАЯ АКАДЕМИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»

ВЕСТНИК ВОЕННОЙ АКАДЕМИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

№ 2 (67) 30 июня 2020 г.



ВОЕННЫЙ НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

НАШ ЮБИЛЯР!

НИЖНЕВА НАТАЛЬЯ НИКОЛАЕВНА



В июне отмечает свой юбилей почетный педагог Военной академии доктор педагогических наук, профессор, академик Международной академии информационных технологий, член-корреспондент Международной академии акмеологических наук (Санкт-Петербург), академик Международной академии наук педагогического образования (Москва) Нижнева Наталья Николаевна. Именно в Минском ВИЗРУ в 1974 году приступила юная преподавательница Наталья Николаевна к педагогической деятельности. Военный и военнотехнический перевод, а также мир педагогики увлек ее, и в период с 1995 по 1998 год Наталья Николаевна трудилась уже в должности заведующей кафедрой иностранных языков Военной академии, эффективно способствовала развитию военного перевода. Конечно, за профессиональными успехами стояла кропотливая работа. Наталья Николаевна неоднократно проходила языковые и научные стажировки за рубежом: в России, Великобритании, Голландии, Испании, Польше, США, Франции, Чехии, Швейцарии. Преподавала английский язык в Сан-Антонио, Техасе, США. В Великобритании ею был разработан проект «Обучение английскому языку с использованием креативного подхода». Сегодня профессор Нижнева Н. Н. плодотворно работает на созданной ею в 1998 году кафедре английского языкознания в Белорусском государственном университете, которую возглавляла более 20 лет. Сотни преподавателей благодаря ей имеют возможность внедрять современные технологии в процесс обучения, так как именно ею разработано научное направление «Современные информационные технологии в обучении иностранным языкам на основе креативных методик», предложены нетрадиционные формы и методы обучения, обновлены образовательные технологии; разработаны новые образцы учебно-методического обеспечения для различных этапов обучения на основе компетенций владения иностранным языком. Наталья Николаевна является автором более трех сотен научных публикаций, в том числе монографий и учебников. Результаты исследований Натальи Николаевны получили международное признание. Н. Н. Нижневу приглашают для оппонирования, экспертизы диссертаций, для рецензирования научных работ за рубежом. Она является членом многих редколлегий и научных советов отечественных и зарубежных журналов. На протяжении нескольких лет Наталья Николаевна была членом экспертного совета ВАК. Сотни студентов, магистрантов, аспирантов и преподавателей из Беларуси, Латвии, Литвы, Польши, России, Сербии, Словакии, США, Украины, Франции, Китая и других стран имели отличную возможность обсудить актуальные проблемы филологии, литературы и педагогики благодаря международным конференциям «Мир языков: ракурс и перспектива» и «Идеи. Поиски. Решения» под ее руководством. Высоко ценят Н. Н. Нижневу в Белорусском государственном университете. Результаты ее научно-педагогической деятельности также отмечены Почетной грамотой Министерства образования Республики Беларусь. Коллеги, магистранты, студенты уважают и любят Наталью Николаевну за интеллигентность, тактичность, высокий профессионализм и доброжелательность. Слова благодарности и теплые пожелания она слышит от выпускников, которые работают не только в Беларуси, но и России, Англии, Норвегии и других странах.

От всей души сердечно поздравляем Наталью Николаевну с юбилеем, желаем крепкого здоровья, новых творческих свершений в научной и педагогической деятельности.

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

ВЕСТНИК ВОЕННОЙ АКАДЕМИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

№ 2 (67) 30 июня 2020 г.

Военный научно-теоретический журнал

Издается с 2003 года

Адрес редакции:

220057, г. Минск-57, учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь», главный корпус, комн. № 11.
Тел: 287-45-15.

Издатель:

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь».

Свидетельство

о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий

№ 1/224 от 19.03.2014.

№ 2/81 от 19.03.2014.

Набор и верстка:

Постолова М. В.

Дизайн обложки:

Мацкевич А. Н.

Печать:

ЛП № 02330/76

от 27.03.2014 г.

Подписано в печать 28.05.20 г.

Формат 60×84/8. Бумага писчая.

Гарнитура «Таймс». Печать

ризография. Усл. печ. л. 10,93.

Тираж 100 экз. Зак. .

Отпечатано в типографии

учреждения образования

«Военная академия

Республики Беларусь».

220057, Минск-57.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Лапука О. Г., *главный редактор*, доктор технических наук, профессор;

Малкин В. А., *заместитель главного редактора*, доктор технических наук, профессор;

Гришкевич М. М., *секретарь*, кандидат военных наук, доцент;

Белько В. М., кандидат технических наук, доцент;

Вашкевич В. Р., кандидат технических наук, доцент;

Гринюк В. И., кандидат военных наук, профессор;

Ильёв И. Г., кандидат технических наук, доцент;

Колодяжный В. В., доктор военных наук, профессор;

Костюкович С. Н., кандидат технических наук, доцент;

Ксенофонтов В. А., кандидат философских наук, доцент;

Куренёв В. А., доктор технических наук, профессор;

Лебёдкин А. В., доктор военных наук, профессор;

Нижнёва Н. Н., доктор педагогических наук, профессор;

Осипов Г. А., кандидат военных наук, доцент;

Павлович В. С., доктор физико-математических наук, профессор;

Чубрик В. Г., кандидат военных наук, доцент;

Шевченко В. С., доктор технических наук, профессор;

Юшкевич Т. П., доктор педагогических наук, профессор;

Ярмолик С. Н., кандидат технических наук, доцент.

В соответствии с приказом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь научный журнал «Вестник Военной академии Республики Беларусь» включен в перечень научных изданий для опубликования результатов диссертационных исследований по военной, технической (информатика, вычислительная техника и управление; оружие и военная техника; радиотехника, связь, электроника и микроэлектроника) и педагогической (воинское обучение и воспитание, военная педагогика) отраслям науки.

СОДЕРЖАНИЕ

Системный анализ и информационные технологии в военном деле

Коршак С. А., Вашкевич В. Р. Математическая модель оценки риска для безопасности полетов с использованием теории нечетких множеств.....	3
Малкин В. А., Рожков И. В. Синтез фильтра Калмана для системы угловой стабилизации беспилотного летательного аппарата.....	14
Мороз А. Н., Богданов А. В., Шабан А. С. Анализ влияния выбора модели входного воздействия на структуру системы, полученную с помощью синергетической теории управления.....	22
Нефёдов Д. С., Курилович В. В., Козловский О. Ф. Анализ классификационных признаков вертолетов в электростатическом устройстве формирования команды подрыва противоракетной мины	32

Общетеоретические и прикладные вопросы разработки, эксплуатации и совершенствования вооружения и военной техники

Заяц П. В., Малевич И. Ю. Помехозащищенность радиоприемных трактов РЛС метрового диапазона и пути ее повышения	40
Корсун Д.А. Автоматическая оценка технического состояния роторной системы авиационного двигателя по данным объективного контроля.....	47
Малкин В. А., Иванишин П. В., Сенько А. Я. Оценка влияния оценок БИНС на точность наведения управляемого реактивного снаряда методом имитационного моделирования.....	55
Чигирь И. В., Курейчик А. Е., Маврин О. Р., Солонар А. С., Горшков С. А. Повышение эффективности стрельбы зенитного (стрелкового) вооружения по малогабаритным беспилотным летательным аппаратам за счет применения шрапнельных снарядов.....	66
Шевченко В. С. Перспективные направления развития систем управления маневренных летательных аппаратов	77

Проблемы военной педагогики, воинского обучения и воспитания

Верлуп С. В., Ксенофонов В. А. Информационная деятельность в Вооруженных Силах Республики Беларусь: взгляд на проблему развития	83
---	----

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВОЕННОМ ДЕЛЕ

УДК 629.7

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ РИСКА ДЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

С. А. Коршак;

В. Р. Вашкевич, кандидат технических наук, доцент*

Статья посвящена разработке математической модели оценки риска для безопасности полетов (БзП), отличающейся использованием теории нечетких множеств (ТНМ), что позволяет получить количественную оценку риска по параметрам вероятности опасного фактора (ОФ), тяжести последствий и степени парирования с учетом неопределенности входных данных, установленной руководящими документами.

The article is devoted to the development of a mathematical model of risk assessment for safety which is characterized using the theory of fuzzy sets, allowing to obtain a quantitative estimate of risk parameters of probability, severity of consequences and degree of partying with given the uncertainty of the input data set guidance documents.

Введение

Результаты расследований авиационных происшествий в государственной авиации Республики Беларусь показывают, что большую часть их можно было предотвратить при своевременном принятии управленческих решений со стороны руководящего летного состава [1].

В [1] обозначена необходимость перехода к управлению БзП от реагирования на уже произошедшие авиационные события до активного поиска ОФ путем постоянного мониторинга безопасности каждого выполненного полета и анализа характеристик авиационной системы (АС) в ее предстоящей деятельности. Учитывая все достоинства существующей системы оценки БзП, задача управления безопасностью отдельного полета до настоящего времени решена не полностью. Причиной этому является отсутствие научно-обоснованных методов для решения поставленной задачи.

Одним из прогрессивных инструментов обеспечения БзП в мировой практике гражданской авиации является система управления рисками для БзП. При этом БзП определяется как состояние, при котором риски, связанные с авиационной деятельностью, снижены и поддерживаются на приемлемом уровне (*концепция приемлемого риска*) [2]. Согласно основному постулату менеджмента «управлять можно только тем, что измеримо», в процедуры анализа риска обязательно должно входить его количественное оценивание [3].

Оценка риска – это общий процесс идентификации, анализа и оценивания риска [4]. Риск для БзП рассматривается как прогнозируемая вероятность и тяжесть последствий проявления ОФ (двухкомпонентный показатель) [2]. Воздействие ОФ либо их совокупности переводит АС из штатной полетной ситуации в класс особых ситуаций (ОС) (усложнение условий полета, сложная, аварийная и катастрофическая ситуации) [5]. Данное воздействие может быть парировано, например, правильными и своевременными действиями экипажа, и не допущено перерастание ОС в катастрофу, или не парировано. Таким образом, риск для БзП целесообразно рассматривать как трехкомпонентный показатель, учитывая вероятность ОФ, тяжесть последствий и способность АС противостоять угрозам.

В рекомендациях Международной организации гражданской авиации (ИКАО от англ. ICAO – *International Civil Aviation Organization*) [2] как инструмент оценок рисков предлагается только матрица риска, применение которой имеет следующие ограничения: не предназначена для количественных оценок, ввиду жестко заданных границ диапазонов вероятностей и тяжести последствий; не учитывается способность АС противостоять угрозам.

СИНТЕЗ ФИЛЬТРА КАЛМАНА ДЛЯ СИСТЕМЫ УГЛОВОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

В. А. Малкин, доктор технических наук, профессор;
И. В. Рожков, магистр технических наук*

Рассматриваются алгоритмы фильтра Калмана для контура угловой стабилизации беспилотного летательного аппарата (БЛА), отличающиеся векторами измеряемых параметров. Представлены результаты компьютерного моделирования контура стабилизации угла тангажа с полученными алгоритмами фильтра Калмана. Полученные алгоритмы фильтрации могут использоваться при решении задачи синтеза оптимального управления в контуре угловой стабилизации беспилотных летательных аппаратов.

The algorithms of filter of Kalman are examined for the contour of the angular stabilizing of pilotless aircraft, different the vectors of measureable parameters. The results of computer design of contour of stabilizing of corner of тангажа are presented with the got algorithms of filter of Kalman. The got algorithms of filtration can be used for the decision of task of synthesis of optimal management in the contour of the angular stabilizing of pilotless aircrafts.

Введение

Беспилотные летательные аппараты (БЛА) и их комплексы в настоящее время являются наиболее перспективными, динамично развивающимися, уникальными системами военного и гражданского назначения.

Широкое применение беспилотных авиационных комплексов (БАК) для решения военных и народнохозяйственных задач привело к интенсивному развитию авионики беспилотных летательных аппаратов. Несмотря на жесткие ограничения по массо-габаритным показателям, требования к характеристикам систем автоматического управления (САУ) БЛА не уступают требованиям к аналогичному оборудованию в пилотируемой авиации.

Для качественного выполнения задач БЛА должен иметь САУ, обеспечивающую высокую точность и стабильные динамические характеристики на всех режимах полета.

САУ современных БЛА разнообразны по своей архитектуре в зависимости от типа летательного аппарата, его массы, аэродинамической схемы, стоимости и требований, предъявляемых к точности, качеству управления, устойчивости, автономности.

В настоящее время контуры стабилизации большинства известных типов САУ строятся на основе PID-регуляторов. Такие регуляторы имеют простую структуру и позволяют получать приемлемое качество процессов регулирования для номинальных параметров объекта управления.

Основной проблемой, возникающей при синтезе систем управления БЛА, является нестационарность параметров объекта управления (ОУ), что приводит к необходимости перенастройки коэффициентов PID-регулятора. Изменение характеристик ОУ может быть обусловлено как изменением массы, моментов инерции и центровки БЛА, связанным с изменением типа полезной нагрузки, так и изменением аэродинамических характеристик БЛА на различных режимах полета, происходящим по причине смены режима полета (высоты, скорости, числа M и т. д.). В последнем случае требуется перенастройка коэффициентов автопилота в процессе полета. Нестационарность ОУ может привести к недопустимому снижению качества регулирования в контурах стабилизации, а в некоторых случаях и к потере их устойчивости. Одним из путей преодоления этой проблемы является разработка схем автопилота, инвариантных к изменению параметров ОУ.

УДК 621.396.96

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВЫБОРА МОДЕЛИ ВХОДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СТРУКТУРУ СИСТЕМЫ, ПОЛУЧЕННУЮ С ПОМОЩЬЮ СИНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ

А. Н. Мороз, кандидат технических наук, доцент; А. В. Богданов; А. С. Шабан*

Методом аналитического конструирования агрегированных регуляторов, основанным на принципах синергетической теории управления, проведен синтез систем управления для различных моделей входного воздействия. Отличительной особенностью представленной работы является непосредственный учет нелинейных свойств объекта управления, а также нелинейное описание измерителя рассогласования как функционально необходимого элемента следящей системы автоматического управления. Проведены моделирование и анализ синтезированных структур.

The method of analytical designing of the aggregated regulators, based on principles of synergetic management theories, spends synthesis of control systems for various models of entrance influence. Distinctive feature of the presented work is the direct account of nonlinear properties of object of management, and also the nonlinear description of a measuring instrument of a mismatch, as functionally necessary element of watching system of automatic control. Modeling and the analysis of the synthesized structures is spent.

Введение

Проблема управления нелинейными объектами рассмотрена в большом количестве литературы [1–3]. Решение задач синтеза управления для нелинейных систем успешно осуществляется и с помощью аналитических методов синтеза классической теории управления, но лишь для систем малого порядка. Исчерпывающий обзор, посвященный этой проблеме, приводится в [4], где в качестве обобщения результатов обзора приведено утверждение академика А. А. Красовского: «синергетическое управление в указанном отношении ближе к реальности, чем все другие постановки проблем в современной теории управления. Синергетическое управление должно занять одно из центральных мест в современной прикладной теории управления» [5]. Актуальность и целесообразность применения метода аналитического конструирования агрегированных регуляторов (АКАР), основанного на принципах синергетической теории управления, подтверждается и в [6].

Динамические свойства систем, полученных с помощью метода АКАР, непосредственно зависят от моделей задающего воздействия и измерителя рассогласования (ИР), принятых при синтезе. Научная литература, посвященная анализу данной проблемы, практически отсутствует. Именно этот факт придает особую актуальность данной работе. Поэтому представляется перспективным анализ влияния выбора модели входного воздействия на структуру системы.

Постановка задачи

Предположим, что поведение объекта управления (ОУ) описывается уравнениями:

$$\begin{aligned} \dot{x}_j(t) &= f_j(x_1, \dots, x_n), \quad j = 1, 2, \dots, n-1; \\ \dot{x}_n(t) &= f_n(x_1, \dots, x_n) + u(t), \end{aligned} \tag{1}$$

где $x_j(t)$ – фазовые координаты ОУ;

$u(t)$ – управляющее воздействие;

f_j – непрерывные дифференцируемые по своим аргументам функции.

УДК 621.319

АНАЛИЗ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ПРИЗНАКОВ ВЕРТОЛЕТОВ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ УСТРОЙСТВЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМАНДЫ ПОДРЫВА ПРОТИВОВЕРТОЛЕТНОЙ МИНЫ

Д. С. Нефёдов, кандидат технических наук;
В. В. Курилович; О. Ф. Козловский*

В статье рассмотрены особенности частотных структур возмущений напряженности электрического поля, создаваемых вертолетами. На основании анализа летно-технических характеристик различных типов маловысотных ЛА сформирован словарь классификационных признаков для решения задачи распознавания вертолетов в электростатическом устройстве формирования команды подрыва противовертолетной мины.

The article describes the frequency structure features of an electric field, created by different types of helicopters. As a result of the frequency structure features analysis an identification marks dictionary for electrostatic fuse of anti-helicopter mine was formed.

Введение

Одним из перспективных средств борьбы с вертолетами являются противовертолетные мины (ПВМ). Данный вид боеприпасов принят на вооружение в Российской Федерации, США, Польше, Китайской Народной Республике, Латвии, Великобритании и Иране. Ввиду относительной новизны опыт боевого применения ПВМ включает в основном отработку вопросов противовертолетного минирования в рамках учений [1]. Примером реального использования может служить поражение вертолета огневой поддержки (ВОП) AH-64D «Apache» ВВС США в Ираке 16 января 2006 года с помощью ПВМ «ТЕМП-20» [2].

Информационная подсистема ПВМ, предназначенная для обнаружения и формирования команды подрыва, реализуется на базе пассивных датчиков. Как правило, обнаружение вертолетов осуществляется акустическими датчиками, а формирование команды подрыва – ИК датчиками на дальностях 400...1000 м и 100...200 м соответственно [3–5].

Анализ информационных подсистем ПВМ показал, что ИК датчики формирования команды подрыва обладают относительно низкой эффективностью. Это обусловлено возможным применением противником тепловых ловушек, влиянием сильного светового излучения естественных источников, ограниченными возможностями по распознаванию вертолетов [6].

Повысить эффективность ПВМ можно за счет использования электростатического устройства формирования команды подрыва. Предпосылкой его использования служит электризация вертолетов в полете до уровня 10^{-5} Кл [7]. Возмущения напряженности электрического поля, создаваемые электрическим зарядом вертолета, позволяют осуществлять его обнаружение на дальностях 150...200 м [8].

Поскольку электризация в полете присуща и другим типам ЛА (крылатые ракеты, самолеты), при построении электростатического устройства формирования команды подрыва ПВМ актуальной является задача распознавания (селекции) вертолетов.

Решение задачи распознавания начинается с выделения классификационных признаков. Для обеспечения эффективного распознавания используемые признаки должны наиболее полно характеризовать образ наблюдаемого объекта, быть устойчивыми и информативными, обладать определенной контрастностью для объектов различных классов [9, 10].

Целью настоящей статьи является анализ классификационных признаков возмущений напряженности электрического поля, создаваемых различными типами ЛА, и определение возможности распознавания вертолетов в электростатическом устройстве формирования команды подрыва ПВМ.

ОБЩЕТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ, ЭКСПЛУАТАЦИИ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

УДК 621.375

ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТЬ РАДИОПРИЕМНЫХ ТРАКТОВ РЛС МЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА И ПУТИ ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ

П. В. Заяц; И. Ю. Малевич*

Рассмотрены вопросы повышения помехозащищенности радиоприемных трактов РЛС метрового диапазона, включая критерий оценки, его влияние на характеристики обнаружения радара и концепции построения тракта и отдельных подсистем.

The issues of increasing the noise immunity of the radio receiving paths of VHF radar reviewed, including the evaluation criterion, its influence on the radar detection characteristics and the concept of constructing the path and individual subsystems.

К настоящему времени в области проектирования радиоприемных трактов (РПТ) РЛС метрового диапазона (как устройств для приема радиосигналов и преобразования их к виду, позволяющему использовать содержащуюся в них информацию), накоплен обширный фактологический материал. Основные подходы по повышению помехозащищенности РПТ РЛС канализируются в направлениях оптимизации структур и параметров систем регулирования коэффициента передачи, методов и средств повышения эффективности защиты от проникающих внутрисполосных помеховых излучений. Эффективным методом повышения помехозащищенности канала приема РЛС метрового диапазона является использование многоканальных и многопозиционных систем, обеспечивающих реализацию высокой пространственной селекции радиосигналов [1, 2].

Вместе с тем комплексное исследование РПТ РЛС и отдельных его элементов как составных частей сложной системы, осуществляющей обработку радиосигнала в условиях интегрального воздействия помех, до настоящего времени не проводилось. Вследствие этого реальная оценка эффективности используемых и разрабатываемых методов и средств повышения помехозащищенности РПТ РЛС трудно прогнозируема.

Известным интегральным критерием оценки качества РПТ является коэффициент помехозащищенности [3]:

$$\Pi = \frac{P_{ш.пр} + P_{ш.а} + P_{п.вх}}{P_{ш.пр} + P_{ш.а}}, \quad (1)$$

где $P_{ш.пр} = kT\Delta f_{ПЧ}(N_{ш} - 1)$ – мощность собственных шумов РПТ, приведенных к его входу (k – постоянная Больцмана, равная $1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К, T – температура окружающей среды (293 К), $\Delta f_{ПЧ}$ – ширина полосы пропускания тракта основной избирательности РПТ, $N_{ш}$ – коэффициент шума РПТ);

$P_{ш.а} = kT_{ш.а}\Delta f_{ПЧ}$ – мощность шумов, поступающих из антенны в РПТ по основному каналу приема ($T_{ш.а}$ – шумовая температура антенны, которая определяется интенсивностью атмосферных, промышленных, космических, тепловых и других шумов [4]);

$P_{п.вх}$ – приведенная к входу РПТ интегральная мощность помех, проникающих в тракт по всем учитываемым внеполосным каналам приема.

Очевидно, чем меньше заметность $P_{п.вх}$, тем ближе Π к 1 и выше помехозащищенность РПТ.

УДК 629.7

**АВТОМАТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РОТОРНОЙ СИСТЕМЫ
АВИАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ПО ДАННЫМ ОБЪЕКТИВНОГО КОНТРОЛЯ**

Д. А. Корсун*

Автором предложены алгоритмы автоматической оценки времени выбега ротора высокого давления по температуре газов за турбиной и восстановленным значениям недостоверных показаний датчика частоты вращения, записанным в бортовых устройствах регистрации полетной информации. Представлена методика автоматической оценки технического состояния роторной системы по данным объективного контроля. Проведена апробация методики в процессе газовок двигателя Р95Ш.

The author proposes algorithms for estimating the high-pressure rotor run-out time based on the temperature of the gases behind the turbine and the restored values of unreliable speed readings recorded in the flight information registration devices. The method of automatic evaluation of the technical condition of the rotor system using trend control of the diagnostic feature is presented. The method was tested in the process of the R95SH gas engine.

Введение

Уровень безопасности полетов авиационной техники обеспечивается не только высокой надежностью конструкции воздушного судна (ВС) и грамотной летной эксплуатацией, но и качеством диагностирования технического состояния (ТС) высоконагруженных элементов летательного аппарата [1]. Одним из таких элементов является газотурбинный двигатель (ГТД). Своевременное обнаружение предотказных состояний роторной системы авиационного двигателя (АД) позволяет поддерживать заданный уровень безопасности полетов.

По изменению диагностического параметра «время выбега ротора» можно определять неисправности узлов роторной системы ГТД (подшипников роторов, лопаток турбины и компрессора и др.). Например, уменьшение времени выбега ротора может свидетельствовать о недопустимой вытяжке рабочих лопаток турбины. Это обусловлено тем, что в процессе остановки двигателя тонкостенный корпус турбины охлаждается быстрее, чем лопатки и диск, поэтому радиальный зазор уменьшается. При вытяжке лопатки зазор может иметь отрицательное значение, что и приводит к быстрому торможению ротора. Большую диагностическую ценность представляет не величина времени выбега, а тенденция к его уменьшению [2].

В настоящее время в процессе эксплуатации ГТД Р95Ш контроль ТС роторной системы ГТД по времени выбега РВД осуществляется после каждого полета вручную при помощи секундомера [3].

К недостаткам существующей методики можно отнести следующие: процесс замера времени выбега роторов не автоматизирован; оценивается величина времени выбега, а не тенденция его изменения от наработки ГТД, что не позволяет обнаружить предотказные состояния роторной системы; роторная система считается неисправной только в том случае, если время выбега меньше предельно допустимого значения. Существующие алгоритмы экспресс-анализа не обеспечивают возможность автоматического определения времени выбега ротора по текущей параметрической информации. Это связано с тем, что штатный датчик частоты вращения (ДЧВ) ДТЭ-1, представляющий собой синхронный трехфазный генератор с возбуждением от постоянного магнита, работает неустойчиво на низких оборотах (рисунок 1).

Анализ данных объективного контроля (ОК) показал, что частота вращения устойчиво регистрируется только до значения 10 %.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОШИБОК БИНС НА ТОЧНОСТЬ НАВЕДЕНИЯ УПРАВЛЯЕМОГО РЕАКТИВНОГО СНАРЯДА МЕТОДОМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В. А. Малкин, доктор технических наук, профессор;
П. В. Иванишин, кандидат технических наук, доцент;
А. Я. Сенько, кандидат технических наук*

Представлена методика оценки точности наведения управляемого реактивного снаряда, основанная на имитационном моделировании процесса наведения с учетом ошибок БИНС. Имитационная математическая модель БИНС позволяет получать ошибки выходных навигационных параметров, обусловленные инструментальными ошибками акселерометров и датчиков угловых скоростей. Предложенная методика позволяет обосновать требования к характеристикам ошибок первичных датчиков БИНС исходя из требований к точности наведения снаряда.

A technique for assessing the accuracy of guidance of a guided missile based on a simulation of the guidance process taking into account SINS errors is presented. The simulated mathematical model of SINS allows you to get errors of the output navigation parameters due to instrumental errors of accelerometers and angular velocity sensors. The proposed methodology makes it possible to substantiate the requirements for the error characteristics of the primary SINS sensors based on the requirements for accuracy of shell guidance.

Введение

Основой информационной подсистемы современных управляемых реактивных снарядов (УРС) класса «земля – земля» является бесплатформенная инерциальная навигационная система (БИНС), обеспечивающая измерение координат центра масс УРС, а также составляющих скорости снаряда и углов его ориентации в пространстве. Для обеспечения точности навигационной системы осуществляется комплексирование БИНС с другими типами систем, среди которых наибольшее распространение получили спутниковые радионавигационные системы. Комплексные инерциально-спутниковые системы позволяют обеспечить приемлемую точность наведения при наличии сигналов спутников. Однако в военное время возможность использования спутниковой информации в полном объеме исключается. Радиоэлектронное подавление приемников спутниковых сигналов также приводит к снижению эффективности или полному исключению возможности их применения в составе комплексной навигационной системы. Поэтому актуальными являются задачи по определению альтернативных способов коррекции БИНС, а также по оценке необходимых точностных характеристик БИНС, обеспечивающих наведение УРС с заданной точностью на требуемую дальность в автономном режиме.

Существуют различные подходы к оценке влияния погрешностей БИНС на точность системы наведения. Так, в работе [1] представлена методика приближенной оценки ошибок БИНС по значениям инструментальных погрешностей гироскопов и акселерометров, которая может быть использована для определения точности наведения УРС. Предлагаемая методика позволяет определить случайные составляющие ошибок линейных координат и проекций вектора скорости снаряда, формируемых БИНС, не прибегая к моделированию алгоритма работы инерциальной системы. В указанной работе получены соотношения, характеризующие вклад погрешностей гироскопов и акселерометров в погрешности линейных координат и скорости.

Однако погрешности определения линейных координат и скорости позволяют оценить только погрешность определения команд управления УРС. Для полной оценки влияния ошибок БИНС на точность наведения требуется знание ошибок ускорений и угловых скоростей, а также углов ориентации УРС, поскольку эти параметры используются в качестве сигналов обратной связи в контуре стабилизации снаряда.

УДК 623.4.011

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРЕЛЬБЫ ЗЕНИТНОГО (СТРЕЛКОВОГО) ВООРУЖЕНИЯ ПО МАЛОГАБАРИТНЫМ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТАМ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ШРАПНЕЛЬНЫХ СНАРЯДОВ

И. В. Чигирь; А. Е. Курейчик; О. Р. Маврин;
А. С. Солонар, кандидат технических наук, доцент;
С. А. Горшков, кандидат технических наук, доцент*

Рассчитана вероятность поражения воздушной цели при стрельбе зенитным вооружением с использованием шрапнельных снарядов. Проведено обоснование основных параметров шрапнельного снаряда на примере ЗУ-23-2.

The probability of hitting an air target when firing anti-aircraft weapons using shrapnel's shells is calculated. The substantiation of key parameters shrapnel's shells on an example ЗУ-23-2.

Введение и постановка задачи

В настоящее время производство малогабаритных беспилотных летательных аппаратов (МБЛА) и их применение в военных целях во многих странах вызвало необходимость совершенствования систем противовоздушной обороны (ПВО) [1, 2]. Средствам ПВО противостоять МБЛА крайне сложно, при этом использование зенитных управляемых ракет (ЗУР) для поражения МБЛА представляется расточительством, поэтому на сегодняшний день основными способами борьбы с МБЛА являются применение средств радиоэлектронной борьбы (РЭБ) и использование стрелкового вооружения [3]. Применение средств РЭБ позволяет подавлять каналы управления, навигации МБЛА, однако при противодействии МБЛА-камикадзе средства РЭБ малоэффективны. В таком случае единственным вариантом противодействия является применение средств огневого поражения – зенитного артиллерийского (крупнокалиберного стрелкового) вооружения (ЗАКСВ). Применение штатных боеприпасов малоэффективно в борьбе с МБЛА, что обусловлено в основном низкой точностью наведения и большой величиной рассеивания их траекторий при стрельбе [1–5].

Одним из путей повышения эффективности стрельбы по малогабаритным целям является применение специальных снарядов с программируемым подрывом, называемых шрапнельными [7]. Применение такого снаряда обеспечивает увеличение радиуса эффективного действия его БЧ за счет подрыва на определенной дистанции от цели и создания облака поражающих элементов (ПЭ) с заданной плотностью [3, 7]. Вероятность поражения шрапнельным снарядом в таком случае будет зависеть от характеристик МБЛА, размеров ПЭ и их количества в БЧ снаряда, угла разлета ПЭ, скорости ПЭ в момент встречи с поверхностью МБЛА и др.

В связи с этим целями статьи являются анализ эффективности стрельбы по МБЛА за счет применения шрапнельных снарядов, а также определение таких основных параметров шрапнельного снаряда, которые обеспечивали бы заданную вероятность поражения. Для достижения поставленных целей необходимо: рассчитать вероятность поражения МБЛА при стрельбе ЗАКСВ шрапнельными снарядами; сравнить с таким же показателем эффективности при стрельбе штатными снарядами; обосновать основные параметры шрапнельного снаряда /и требования к ним на примере конкретного образца вооружения.

Учитывая сказанное выше, рассмотрим ситуацию, когда расчет ЗАКСВ ведет стрельбу по МБЛА, который завис на определенных расстоянии и высоте. Стрельба ведется шрапнельными снарядами, наведение осуществляется в штатном режиме. Программирование (установка) замедлителя на подрыв осуществляется автоматически непосредственно перед выстрелом. Будем полагать, что длина, ширина, калибр, вес БЧ шрапнельного боеприпаса соответствуют основным параметрам штатного, что обеспечивает сохранение баллистических свойств. Погодные условия, человеческий фактор, возможный маневр МБЛА учитываться не будут.

УДК 623.7

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ МАНЕВРЕННЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

В. С. Шевченко, доктор технических наук, профессор*

В статье изложена концепция создания системы управления перспективных поколений маневренных самолетов, предполагающая использование передовых научно-технических достижений для повышения их эффективности и безопасности.

The article exposed conception of ground control systems of perspective generations maneuvering planes. These control systems are using best scientific achievements for rise their effectiveness and safety.

В настоящее время стали реальностью летательные аппараты (ЛА), способные летать за пределами физиологических возможностей летчика. Чтобы максимально учитывать возможности ЛА и летчика и достигать максимальной эффективности и безопасности полетов, в ближайшей перспективе является актуальным разработка и реализация новой концепции систем управления маневренных ЛА, способных оперативно и максимально достоверно диагностировать проблемные состояния и активно противодействовать возникновению летных происшествий.

Требование прочности является одним из основных и регламентируется государственными и международными нормативными документами. Требование прочности должно удовлетворяться при возможно минимальной массе конструкции, что является характерной особенностью объектов авиационной техники. Поэтому понятны жесткие требования, предъявляемые в действующих нормативных документах к совершенству конструкций, уровню технологий изготовления и эксплуатации ЛА. Значения параметров назначены на основании опыта эксплуатации и расчетов. В действительности они носят случайный характер, а реальная прочность конструкции может оказаться недостаточной. Установленные для различных частей ЛА коэффициенты безопасности также не могут гарантировать полной уверенности в их абсолютной надежности. Кроме того, их завышенные значения представляют, по сути, недостаточно обоснованные ограничения на эксплуатационные параметры ЛА и нежелательные запасы по массе. Поэтому также являются актуальными те ограничения, которые основаны на действительном текущем состоянии объектов и среды. Их реализация должна производиться только на основании достоверных диагностических данных, получаемых в реальном масштабе времени.

Перспективным направлением в области обеспечения надежности и безопасности является использование активных систем управления (АСУ), позволяющих выполнять объективное регулирование действующих на летящий самолет нагрузок и тем самым обеспечивать его эксплуатационный ресурс [1]. Концепция ограничения опасных маневренных нагрузок предусматривает в ответ на возникающую нагрузку отклонение с помощью АСУ органов управления ЛА. В результате изменяется распределение воздушной нагрузки по размаху крыла (рисунок 1). При этом создается необходимая для маневра подъемная сила, а действующий изгибающий момент уменьшается. Коэффициент запаса прочности конструктивных элементов увеличивается.

Применение АСУ позволяет снизить уровень действующих на самолет нагрузок и, как следствие, увеличить полезную нагрузку и массу заправляемого топлива, что в целом повысит эффективность самолета.

ПРОБЛЕМЫ ВОЕННОЙ ПЕДАГОГИКИ, ВОИНСКОГО ОБУЧЕНИЯ И ВОСПИТАНИЯ

УДК 355.4

ИНФОРМАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ВООРУЖЕННЫХ СИЛАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: ВЗГЛЯД НА ПРОБЛЕМУ РАЗВИТИЯ

С. В. Верлуп, кандидат юридических наук, доцент;
В. А. Ксенофонтов, кандидат философских наук, доцент*

В статье рассматривается точка зрения на выбор пути решения проблемы развития информационной деятельности Вооруженных Сил Республики Беларусь в современных условиях и на перспективу на основе возможностей комплексного и системно-деятельностного подходов. Раскрываются взгляды на проектирование структуры теоретической модели системы информационной деятельности Вооруженных Сил в целом, а также на содержание элементов данной системы как самостоятельных подсистем.

The article considers the point of view on the choice of a way to solve the problem of developing information activities of the Armed Forces of the Republic of Belarus in modern conditions and in the future based on the possibilities of integrated and system-activity approaches. The article reveals the views on the design of the structure of the theoretical model of the information activity system of the Armed Forces as a whole, as well as on the content of the elements of this system as independent subsystems.

Трансформация социума в информационное общество порождает новые риски, вызовы и угрозы, которые напрямую затрагивают вопросы обеспечения национальной безопасности, в том числе защищенность информационного пространства, информационной инфраструктуры, информационных систем и ресурсов.

Концепция информационной безопасности Республики Беларусь

В современном мире не снижается конфликтный потенциал, в связи с чем насилие в его различных формах активно используется для достижения военно-политических целей. Это вызывает увеличение спектра и изменение характера угроз личности, обществу и государству, а также необходимость выбора адекватных форм и способов противодействия. Для этого организуется постоянный анализ и мониторинг возникающих рисков, вызовов и угроз во всех сферах обеспечения национальной безопасности, но прежде всего в ее военной и информационной составляющей. Акцент на указанные аспекты возникает из анализа особенностей политического, экономического и информационного противоборства, устойчивая специфика которого заключается в том, что современные невоенные меры и средства насилия (непрямые действия) по эффективности не только сравнялись с военными, но и по ряду критериев даже превзошли их.

В то же время проблема непрямых действий в военной сфере как основное содержание военно-политического противоборства хотя и исследуется активно, но по-прежнему сохраняет достаточное число сфер, требующих отдельного познания. В целом, по мнению большинства исследователей, суть данной проблемы в настоящее время сводится к утверждению о том, что меняется философия насилия и его крайне радикальная форма – война.

**Требования к статьям, представляемым для опубликования
в военном научно-теоретическом журнале
«Вестник Военной академии Республики Беларусь»**

Представляемые в редакцию материалы должны отражать оригинальные результаты исследований авторов по актуальной тематике в области военных наук, технических наук (радиотехника, связь, электроника и микроэлектроника, информатика, вычислительная техника и управление, вооружение и военная техника), педагогических наук (воинское обучение и воспитание, военная педагогика). Статья должна быть посвящена решению важной самостоятельной теоретической или прикладной задачи, характеризоваться научной новизной, цельностью, последовательностью и логичностью изложения материала.

Рекомендуется в каждой из статей выделять:

введение с характеристикой состояния дел в соответствующей области исследования, обоснованием актуальности рассматриваемой задачи, а также изложением общего подхода к ее решению;

основную часть, отражающую используемый метод исследования и его результаты в сопоставлении с известными ранее;

выводы, характеризующие обобщения и умозаключения авторов, непосредственно вытекающие из представленного в основной части материала, а также возможные направления и перспективы использования полученных результатов.

К опубликованию не принимаются материалы, представляющие собой компиляцию известных результатов исследований других авторов, а также статьи публицистического характера, не связанные с решением конкретной научной задачи.

В конце статьи приводится список использованных источников, на которые даются ссылки при изложении основного текста. Автор несет ответственность за достоверность цитирования, а также отсутствие плагиата.

Требования к оформлению статей:

общий объем 6–8 страниц формата А4; в исключительных случаях общий объем может быть аргументированно увеличен до 12 страниц;

текстовый редактор Word for Windows версии 6.0 или выше;

редактор формул MathType версий 6.0–6.7;

поля 2 см (со всех сторон);

шрифт Times New Roman, 12 pt;

межстрочное расстояние 1 интервал.

Основной текст статьи должны предварять:

УДК (выравнивание по левой стороне);

название (шрифт полужирный, буквы прописные, выравнивание по центру);

инициалы, фамилия, ученая степень и ученое звание автора (-ов) (выравнивание по центру);

аннотация на русском и английском языках (курсив, отступ первой строки 1,25 см, выравнивание по ширине).

Форматирование основного текста: отступ первой строки 1,25 см; выравнивание по ширине. Форматирование подписей к рисункам: шрифт 11 pt, светлый, выравнивание по центру. Форматирование заголовков таблиц: шрифт 11 pt, светлый, выравнивание по левому краю таблицы. Форматирование формул: выравнивание по центру, последовательная нумерация (по правому краю, в скобках).

Промежутки между структурными элементами статьи (УДК, название, авторы, аннотация, основной текст, список литературы) по вертикали – 6 pt.

На обороте последней страницы необходимо указать фамилию, имя, отчество автора, подразделение, организацию, номер контактного телефона.

Текст статьи (в распечатанном и электронном вариантах) вместе с выпиской из протокола заседания кафедры (НИЛ), рекомендующей ее к опубликованию, направляется в редколлегию. Если авторы статьи являются сотрудниками внешней организации, дополнительно требуется представить экспертное заключение о возможности опубликования материалов в открытой печати.