

базе технико-экономического анализа основных задач социально-экономического развития конкретных регионов.

6. Разработка мероприятий законодательного (возможно на уровне регионов) административного и экономического характера, обеспечивающих реализацию программ.

При всей сложности поставленных задач применительно к огромной территории России, их

реализацию необходимо начинать незамедлительно, чтобы исключить принятие непродуманных и неэффективных решений, хаотическое использование импортного оборудования, отсутствие скоординированных целей и задач. Представляется целесообразным на первом этапе постараться реализовать поставленные задачи применительно к одному из регионов. В качестве такого региона может быть выбран Юг России.

Список литературы

1. Зайченко В.М., Чернявский А.А. Сравнение характеристик распределенных и централизованных схем энергоснабжения // Промышленная энергетика. Закрытое акционерное общество "Научно-техническая фирма" Энергопрогресс", 2016. № 1. С. 2–8.
2. Зайченко В., Чернявский А.А. Автономные системы энергоснабжения // http://library.kpi.kharkov.ua/files/new_postupleniya/avtses.pdf. Москва: Недра, 2015. 285 с.
3. Bushuev V.V., Solovyev D.A., Shilova L.A., Adamtsevich A.O. The introduction of Smart grid concept in Russia (on the example of the Smart city "New Moscow"). Oxford: St Hugh's College, Oxford University, 2019. С. 1–8.
4. Бушуев В.В., Соловьев Д.А., Шилова Л.А. Развитие умных городов: электротранспорт «умного» мегаполиса // Научно-технический журнал «Вестник гражданских инженеров», СПбГАСУ. 2018. № 4(69). С. 167–174.
5. Зайченко В.М., Цой А.Д., Штеренберг В.Я. Распределенное производство энергии // М. БукОс. 2008. С. 169.
6. Kolanowski B.F. Small-scale cogeneration handbook. Crc Press, 2021.
7. Соловьев Я.А. Существенные условия договора теплоснабжения в сравнении с зарубежным законодательством // Вестник магистратуры. 2014. С. 82.
8. Башмаков И.А. Анализ основных тенденций развития систем теплоснабжения России // Новости теплоснабжения. 2008. № 2. С. 6–10.
9. Naas R. и др. A historical review of promotion strategies for electricity from renewable energy sources in EU countries // Renew. Sustain. energy Rev. Elsevier, 2011. Т. 15, № 2. С. 1003–1034.
10. Батенин В.М., Зайченко В.М., Леонтьев А.И., Чернявский А.А. Концепция развития распределенной энергетики в России // Известия Российской академии наук. Энергетика. Федеральное государственное бюджетное учреждение "Российская академия наук", 2017. № 1. С. 3–18.

© В. М. Зайченко, Д. А. Соловьев, Л. А. Шилова

Ссылка для цитирования:

Зайченко В. М., Соловьев Д. А., Шилова Л. А. Оценка эффективности российской централизованной и распределенной генерации энергии // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2021. № 3 (37). С. 62–67.

УДК 621.396.67.01: 621.396.2
DOI 10.52684/2312-3702-2021-37-3-67-73

СРЕДСТВА И СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЖИВУЧЕСТИ НАЗЕМНЫХ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ ОБЪЕКТОВ АВИАЦИИ ОТ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

А. П. Лапшин, Е. А. Жидко

*Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия.
Воронежский государственный технический университет. г. Воронеж, Россия*

На ближайшие годы степень дезорганизации управления наземными критически важными объектами будет определяться эффективностью деструктивных информационно-технических воздействий (ИТВ) на их системы связи и управления. ИТВ включают в себя высокоточные и радиоэлектронные средства поражения. Для снижения уязвимости таких объектов защиты необходимо проводить комплекс различных инженерно-технических мероприятий по обеспечению требуемых уровней защищенности и живучести, включающий в себя создание фортификационных сооружений с повышенным уровнем защищенности и применение средства защиты информационно-телекоммуникационных систем. В статье рассмотрены свойства живучести фортификационных сооружений, такие как защищенность, неуязвимость и восстанавливаемость, и способ рефлексивного управления компонентами информационно-телекоммуникационной системы наземных критически важных объектов авиации.

Ключевые слова: живучесть, фортификационные сооружения, информационно-технические воздействия, рефлексивное управление.

MEANS AND METHODS OF ENSURING THE SURVIVABILITY OF GROUND-BASED CRITICAL AVIATION OBJECTS FROM INFORMATION AND TECHNICAL IMPACTS

A. P. Lapshin, E. A. Zhidko

*Military Training and Research Center of the Air Force "Air Force Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin",
Voronezh, Russian
Voronezh State Technical University, Voronezh, Russian*

In the coming years, the degree of disorganization of the management of ground-based critical facilities will be determined by the effectiveness of destructive information technology impacts (ITV) on their communication and management systems. ITV includes high-precision and electronic weapons of destruction. To reduce the vulnerability of such protection objects, it is necessary to carry out a

complex of various engineering and technical measures to ensure the required levels of security and survivability, including the creation of fortifications with an increased level of security and the use of information and telecommunications systems protection equipment. The article considers the survivability properties of fortifications, such as security, invulnerability and recoverability, and the method of reflexive control of the components of the information and telecommunications system of ground-based critical aviation facilities.

Keywords: survivability, fortifications, information technology impacts, reflexive control.

Введение

Повышение эффективности защиты критически важных объектов (КВО) от высокоточных и радиоэлектронных средств поражения в современных условиях может быть достигнуто только при комплексном использовании информационных технологий и внедрении мероприятий активной, полупассивной и пассивной защиты органов управления войск (сил) Вооруженных сил (ВС) в повседневной деятельности [1–4].

Перечень задач по завоеванию и удержанию превосходства над противником в перспективных формах военных действий включает в себя поражение КВО, изменение режима функционирования которых приводит к сбоям и отказам управления территориальными единицами на длительный период времени.

В решении этого вопроса большая роль отводится разработке комплекса мероприятий различного характера, способствующих успешному выполнению задач ВС РФ в условиях воздействия противника.

К КВО относятся специальные сооружения (объекты), на которые возлагается основная ответственность по выработке и выполнению задач защиты органов управления и материальных ресурсов государственного значения, при неисполнении которых возникает угроза нарушения их функционирования, появляются риски техногенных катастроф, что приводит к безопасности жизни и здоровья населения страны.

К таким объектам относятся энергетические, транспортные, коммуникационные, оборонные комплексы. Оборонные комплексы, в свою очередь, включают воинские части и учреждения, в структуре которых имеются аэродромы, парки с вооружением, военной и иной техникой, относящиеся к наземным КВО авиации. Нарушение или прекращение их деятельности приводит к отказам в управлении административно-территориальными единицами на длительный период времени [2].

Защита от высокоточных средств поражения

В настоящее время проблема защищенности базирования наземных КВО авиации и живучести фортификационных сооружений (ФС) аэродромной сети приобрела еще более важное значение, как в связи с появлением новых видов высокоточного оружия (ВТО), так и не достаточным оперативным оборудованием существующих аэродромов. ФС предназначены для защищенности и живучести объектов, выполняющих военные задачи управления силами и средствами.

Результаты научных исследований и опыт локальных войн последнего десятилетия, показы-

вают, что защищенность авиационной техники от ВТО в настоящее время не обеспечивается стабильностью функционирования ФС наземных КВО авиации. Создание высокозащищенных ФС с повышенным уровнем защищенности, в настоящее время, становится возможным за счет проведения комплекса различных инженерно-технических мероприятий по обеспечению требуемых уровней защищенности и живучести. К данным мероприятиям стоит отнести: фортификационную защиту; маскировку и создание ложных объектов; проведение мероприятий по электронной борьбе и противодействию техническим средствам разведки и другое [5, 6].

Гарантированно повысить защищенность ФС возможно только на основе обеспечения конструктивной (физической) защиты.

Для сооружений, как объекта живучести, и его элементов (укрытия для личного состава, военной техники, командные пункты и узлы связи систем управления) живучесть характеризуется тремя свойствами более низкого уровня – защищенностью ФС, неуязвимостью ФС и восстанавливаемостью ФС. Рассмотрим каждый из уровней.

Свойство сооружений и его элементов, обеспечивающее сохранение строительных конструкций, систем жизнеобеспечения, а также защиту личного состава и техники от воздействия авиационных средств поражения и других средств нападения противника в течение заданного периода времени характеризует *защищенность сооружений*.

В качестве основных показателей защищенности ФС [7, 8] принимаются степень защиты ($\Delta p_{сз}$), или радиус поражения ($R_{п}$), которые имеют функциональную (аналитическую) взаимосвязь между собой в соответствии с зависимостями:

$$R_{п} = \frac{23,24q_i^{1/3}}{\Delta p_{сз}^{0,369}}, \quad (1)$$

где ($\Delta p_{сз}$ – степень защиты объекта, кгс/см²; q_i – мощность наземного контактного взрыва в тротиловом эквиваленте при применении i -го боеприпаса, тс. Соответственно критерий эффективности обоснования расчетных обычных средств поражения i -го типа для ФС будет иметь вид:

$$K_{бэ(рсп)} = \min \{ |r_{мд}(ij) - h_3(j)| \}, \quad (2)$$

($i=1(1) r, j=1(1) k$),

где $r_{мд}(ij)$ – радиус местного действия средств поражения, м; $h_3(j)$ – толщина приведенной (к покрытию) защиты объекта, м.

По степени защиты (расчётной мощности воздействия) сооружения обеспечиваются конструктивной и функциональной *защищенностью*. В основу этого деления положены прочность и устойчивость сооружений под механическим воздействием ВТО.

Под конструктивной защищённостью следует понимать – свойство определяющее способность строительных конструкций и защитных устройств, противостоять воздействию различных средств нападения противника, за счёт применения соответствующих защитных конструкций, защитных устройств и специальных систем внутреннего оборудования сооружения [9].

Под функциональной защищённостью следует понимать – состояние средств пассивной защиты сооружений, при которой предотвращают, преодолевают или предельно снижают воздействие средств воздушно-космического нападения противника с сохранением возможности выполнения объектом своих функций и задач рисунке 1 [9].

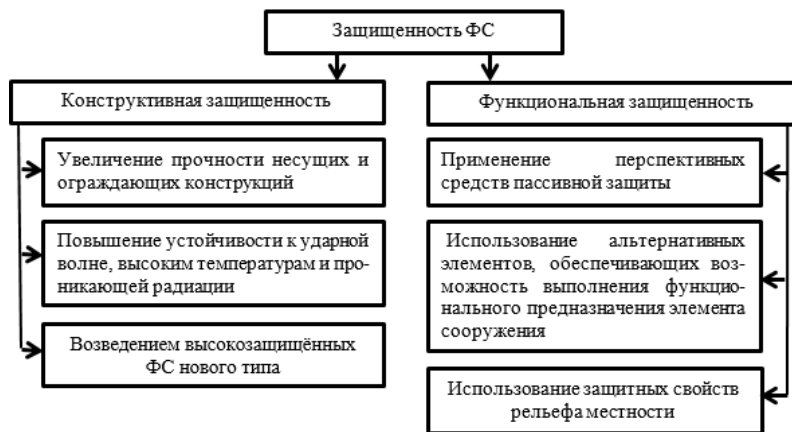


Рис. 1. Средства и способы защищенности фортификационных сооружений

Под неуязвимостью специальных фортификационных сооружений понимается – свойство объекта противостоять снижению их степени защищённости, выполняя свое функциональное назначение в условиях влияния поражаю-

щих факторов оружия противника. Анализ требований руководящих документов к ФС показал, что неуязвимость сооружений достигается конструктивной и функциональной неуязвимостью (рис. 2) [9].



Рис. 2. Средства и способы неуязвимости фортификационных сооружений

Под конструктивной неуязвимостью понимается свойство системы (конструкции) осуществлять установленные функции, удерживая свои эксплуатационные характеристики в заданных границах в течении требуемого периода.

Под функциональной неуязвимостью сооружения следует понимать свойство объекта сохранять полную или частичную способность к выполнению функционального предназначения в условиях поражающих факторов оружия противника.

Под *восстанавливаемостью ФС* следует понимать свойство объекта, характеризующее приспособленность к восстановлению его боеспособности после воздействия поражающих факторов оружия.

Средства восстановления боевой способности включают в себя средства механизации восстановительных работ и материальные средства восстановления - строительные материалы и элемен-

ты, строительные конструкции и запасные индивидуальные приборы систем внутреннего оборудования сооружений. Восстанавливаемость ФС обеспечивается функциональной восстанавливаемостью и ремонтпригодностью [8, 10–12].

Под функциональной восстанавливаемостью понимается свойство объекта частично или полностью восстанавливать его боеспособность в условиях боевых повреждений [9].

Под ремонтпригодностью подразумевают – свойство объекта, заключающееся в приспособленности к обнаружению причин возникновения его отказов, повреждений и устранению их последствий путем проведения ремонтов и дальнейшего обслуживания [9].

Деструктивные ИТВ включают как программно-аппаратные средства несанкционированного доступа в информационные области, так и средства постановки *преднамеренных помех* для уни-

чтожения или подмены информации, что приводит к нарушению (срыву) информационного обмена в телекоммуникационных сетях [2, 13].



Рис.3. Средства и способы восстанавливаемости фортификационных сооружений

Защита от радиоэлектронных средств поражения

Технической основой управления наземных КВО авиации является система связи и управления. Она представляет собой комплекс скоординированных по целевым функциям информационных и телекоммуникационных взаимодействующих устройств, и ресурсов.

Перечень основных видов ИТС наземных КВО авиации представлен в таблице 1 [2]. Способы и средства воздействия на компоненты и задачи обеспечения безопасности и защиты ИТС представлены в таблице 2 [2].

Таблица 1

Основные компоненты информационно-технической системы наземных КВО авиации

Системы связи оперативного и тактического звена	Радиосети обмена информацией в системах контроля воздушного пространства; автоматизированные системы управления; системы голосовой связи между центрами обслуживания воздушного движения; системы проводной, радио-, радиорелейной и тропосферной связи в системах аэродромного, боевого, инженерно-технического, материально-технического обеспечения; каналы радиосвязи объединенной системы опознавания и распределения тактической информации
Локальные системы связи (сети передачи данных)	Объектовые системы связи управления аэродрома Государственной Авиации (штаба, радиационной, химической и биологической защиты, инженерно-авиационной, штурманской, метеорологической, поисково-спасательной и парашютно-десантной службы); системы связи основных (группы руководства полетами, командно-диспетчерского пунктов) и вспомогательных службы оперативных дежурных (полных боевых расчетов); распределенные вычислительные сети, системы передачи информации с информационно-вычислительных средств на центры ее сбора, обработки и хранения, линии обмена данными между мобильными устройствами

Таблица 2

Способы и средства воздействия на компоненты и задачи обеспечения безопасности и защиты ИТС наземных КВО авиации

Цели ИТВ на ИТС наземных КВО авиации	Радиоэлектронно-информационное блокирование аэродромного узла (радиоэлектронно-информационная блокада аэродрома Государственной Авиации) в целях дезорганизации управления
Основные компоненты ИТС наземных КВО авиации	- Системы связи оперативного и тактического звена; - Локальные системы связи (сети передачи данных)
Формы применения средств ИТВ на ИТС наземных КВО авиации	Радиоэлектронные удары и регулярные воздействия, производимые постановщиками преднамеренных маскирующих помех для подавления сигналов и имитирующих помех, влияющие на устойчивость обмена данными
Задачи обеспечения безопасности и защиты ИТС наземных КВО авиации	Применение рациональных способов управления информационным ресурсом ИТС для достижения необходимой степени защиты при минимальных потерях функций передачи-приема и обработки информации в условиях информационного конфликта
Направления исследований по обеспечению безопасности и защиты ИТС наземных КВО	Разработка методов управления безопасностью и ИТС для обеспечения их конфликтной устойчивости при распределении информационного ресурса

В создавшихся обстоятельствах необходимо усовершенствование защиты ИТС, которая в условиях информационного противоборства должна быть ориентирована на заблаговременное выявление угроз безопасности и уменьшения рисков невыполнения поставленных задач при передаче и обработке информации при допустимых ее потерях и изменениях регламента информационного обмена [2, 13, 14].

Для минимизации уровня снижения производительности передачи-приема и обработки ин-

формации необходимо организовать подсистемы безопасности и защиты информации. Которая предназначена для обнаружения и нейтрализации компонентов ИТВ с деструктивными функциями и включает в себя аппаратные и программные элементы, непосредственно входящих в состав ИТС

Для рационального распределения информационного ресурса при защите информации от ИТВ используется способ рефлексивного управления компонентами ИТС.

Рефлексивным называется вид управления, базирующегося на прогнозе и изменении параметров объекта защиты по мере развития и изменения характера взаимодействия с конфликтными компонентами.

Рефлексивное управление осуществляется на более поздних стадиях внедрения конфликтного элемента в информационной области и базируется на блокировании этой реализации за счет навязывания условий, минимизирующих целевые функции ИТВ.

Принцип рефлексивного управления – выработка управляющих воздействий на состояние объекта защиты на основе прогноза изменения его параметров в динамике взаимодействия с конфликтными компонентами при реализации целевых функций с учетом стратегии и целей деструктивного воздействия в ходе информационного конфликта. При рефлексивном управлении предлагается рассматривать взаимодействие между компонентами не только по схеме противодействия, но и по схеме содействия [2, 15].

Способ рефлексивного управления реализуется матричное (перекрестное) взаимодействие компонентов защищаемого объекта и информационно-технических воздействий, функционирующих на конфликтной или бесконфликтной основе. При этом достигаемый положительный эффект заключается в обеспечении защиты объекта при одновременной минимизации целевой функции противника и максимизации собственной целевой функции. За счет выявления компонентов, взаимодействующих на бесконфликтной основе, достигается сокращение избыточности информационного ресурса, резервируемого для их защиты [2, 14].

Концепции равновесия системы при рефлексивном управлении включают: концепцию максиминного равновесия; концепцию равновесия Нэша; концепцию равновесия в доминантных; концепцию Парето-оптимальной ситуации.

Стратегия рефлексивного управления имеет вид [2]:

$$S_{D,J}(w_{ij}^k) = S_{D,J}(\sum_{n=0}^{j-1} w_{i,j-n}^k - \sum_{m=0}^{M-1} \Delta w_{i,j}^k(\tilde{D}_{i,j}, \tilde{D}_{i,j})), \quad (3)$$

где символом «^» обозначен вектор состояний компонентов системы для управления ее информационными ресурсами, а символом «~» – для рефлексивной модели, отображающей предположения об осведомленности противоположной стороны. Структурная схема выработки управляющих воздействий при рефлексивном управлении представлена на рисунке 4.

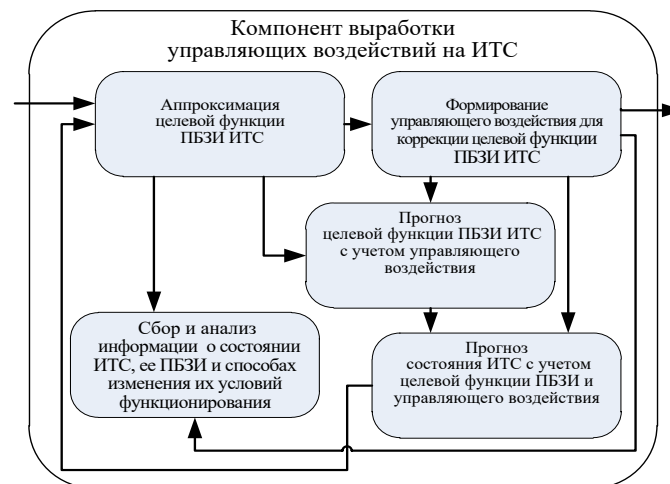


Рис. 4. Структурная схема выработки управляющих воздействий при рефлексивном управлении безопасностью и защитой ИТС наземного КВО авиации

Согласно [2], наибольшая эффективность рефлексивного управления ПБЗИ достигается в условиях высокой осведомленности системы управления об управляемом объекте.

В условиях неопределенности взаимодействия ИТС со средствами ИТВ эффективность рефлексивного управления существенно снижает-

ся. Для выполнения управляющих функций требуется построение устойчивых процедур прогнозирования взаимодействия компонентов системы, образованной элементами ИТС и средств ИТВ, с учетом частных целевых функций и установившихся взаимосвязей путем предварительного сканирования информационного про-

странства при ранней идентификации в нем конфликтного компонента.

Избыточность информационного ресурса, действованного для обеспечения безопасности и защиты информации, устраняется за счет исключения его расходования для регулирования состояний компонентов ИТВ в состояниях бесконфликтного (содействующего) взаимодействия со средствами ИТВ.

Рациональная структура ПБЗИ определяется по результатам анализа матричного взаимодействия компонентов.

При рефлексивном управлении ИТС информационная устойчивость эквивалентна информационному равновесию рефлексивной игры, которое целесообразно определять в соответствии с критерием максиминного равновесия, базирующемся на принципах получения гарантированного результата. При этом стратегия поведения каждого активного элемента определяется из условий достижения максимума целевой функции, а задача управления активной системой заключается в поиске управления, при котором целевая функция достигает максимума при всех возможных ИТВ [16].

Рефлексивное управление ИТС осуществляется путем управляющего воздействия на ее интеллектуальные компоненты (включая киберпространство), приводящего к корректировке целей и мотиваций объектов управления в направлении повышения вероятности реализации целевых функций.

Для реализации рефлексивного управления при совместном выполнении задач ИТС по функциональному предназначению и обеспечению защиты информации требуется малая априорная неопределенность модельного представления системы управления ИТВ. Она достигается за счет построения устойчивых процедур прогнозирования состояний системы, образованной элементами ИТС и средств ИТВ, с учетом частных целевых функций и установившихся взаимосвязей путем предварительного сканирования информационного пространства при ранней идентификации в нем конфликтного компонента.

Вывод

Для получения хорошего результата защиты от ВТО необходимо использовать как активные, полуактивные, так и пассивные способы борьбы. Одним из путей обеспечения требуемого уровня живучести ФС, является оценка степени их защищенности по отношению к прогнозируемым воздействиям средств поражения противника, а при недостаточной защищенности необходимо принятия соответствующих мер по приведению её в соответствие воздействию.

Для обеспечения защищенности наземного КВО авиации от информационно-технических воздействий, включающих в себя высокоточные и радиоэлектронные средства поражения объектов, необходимо разработать комплекс различных инженерно-технических мероприятий, гарантирующий высокую готовность для решения поставленных задач.

Список литературы

1. Попова Л.Г., Барковская С.В., Жидко Е.А. Информационный мониторинг безопасности и устойчивости развития организации в XXI веке/ Информация и безопасность, 2009. Т. 12. № 4. С. 497-518
2. Жидко Е.А., Леонов П.М., Попова Е.С. Разработка модели идентификации конфликтного компонента и метода ситуационного управления информационными ресурсами информационно-телекоммуникационной системы критически важного объекта в условиях информационного противоборства: монография. – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2019. 124 с.
3. Жидко Е.А., Проблема глобальной оптимизации методов и систем информационной безопасности хозяйствующих субъектов, пути её решения//Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. 2017. № 1 (22). С. 54-60.
4. Жидко Е.А., Пикалов В.В., Ясакова В.С. Логико-вероятностно-информационный подход к исследованию информационной безопасности хозяйствующих субъектов //Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. 2017. № 2 (23). С. 34-39.
5. Ардашев, А., Защита шахтных пусковых установок МБР от высокоточного оружия // Техника и вооружение. 2004. №4. С. 31–34.
6. Баринов, А.В., Проблемы защиты объектов экономики и системы государственного управления от высокоточного оружия и основные направления ее решения // Сборник всероссийской конференции «Проблемы развития и совершенствования ГО РФ в современных условиях», 2004. С. 82–83.
7. Сурин, Д.В., Специальные фортификационные сооружения. СПб.:ВКА имени А.Ф. Можайского, 2010. 429 с.
8. Лапшин, А.П., Методика обоснования и расчёта коэффициента живучести системы жизнеобеспечения защитных пунктов управления в условиях применения высокоточного оружия / А.П. Лапшин, Н.А. Озерной, А.В. Крымов // Научно-практический междисциплинарный журнал Стратегическая стабильность № 3(84). Королёв, мкр. Юбилейный: Академия военных наук (ВАК), 2018. С. 63– 65.
9. Лапшин, А.П., Метод выбора рациональных схемно-конструктивных решений специальных фортификационных сооружений на основе показателей военно-экономической эффективности / А.П. Лапшин, А.И. Жуков // Сборник статей по материалам IV Всероссийской научно-практической конференции «Инфраструктура» (7-8 ноября 2019 г.). – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2019. С. 69–72.
10. Баринов, А.В., Проблемы защиты объектов экономики и системы государственного управления от высокоточного оружия и основные направления ее решения // Сборник всероссийской конференции «Проблемы развития и совершенствования ГО РФ в современных условиях», 2004. С. 82–83.
11. Карасев С.Ю., Ладышкин Г.С., Сурин Д.В., Шевчук А.М. Способы обоснования расчетных степеней защиты специальных сооружений при воздействии обычных средств поражения противника //Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. 2018. №660. С.204-208.
12. Тонких, Г.П., Совершенствование средств коллективной защиты населения в современных условиях/ Г.П. Тонких, А.И. Макарьин // Технологии гражданской безопасности. 2016. Т. 13. №4 (50). С. 68-76

13. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Информационная безопасность: концепция, принципы, методология исследования. - Воронеж: ВГАСУ, 2013. - 183 с.
14. Давыдов А.Е., Максимов Р.В., Савицкий О.К. Защита и безопасность ведомственных интегрированных инфокоммуникационных систем: Монография. –М.: Воентелеком, 2017. 536 с.
15. Толстых Н.Н. Пятунин А.Н., Марейченко И.В., Слепов Ю.И., Павлов В.А. Принципы раннего обнаружения признаков конфликтного режима взаимодействия автоматизированных телекоммуникационных комплексов // Теория и техника радиосвязи, 2004. № 2. С.95-99.
16. Чикин М.Г. Особенности использования аппарата полумарковских процессов для оценки эффективности радиоподавления направлений радиосвязи // Радиотехника, 2005. № 6. С. 75-79.

© А. П. Лапшин, Е. А. Жидко

Ссылка для цитирования:

Лапшин А. П., Жидко Е. А. Средства и способы обеспечения живучести наземных критически важных объектов авиации от информационно-технических воздействий // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2021. № 3 (37). С. 67–73.

УДК 004.558
DOI 10.52684/2312-3702-2021-37-3-73-77

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РУТИННЫХ ЗАДАЧ ПЕРЕБОРА ВАРИАНТОВ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ

Н. В. Князева

Научно-исследовательский университет Московского государственного строительного университета, г. Москва, Россия

Уровень проработки и точности проектов растет год от года благодаря внедрению цифровой проработки информации на каждом этапе принятия решения. Специалисты строительной отрасли находят разнообразные возможности использования инструментов обработки большого количества данных, применяемые для решения задач поиска оптимального решения на каждом этапе жизненного цикла объекта. В статье приводится подход к автоматизации проектирования рутинных задач, требующих выбора лучшего из множества вариантов возможных решений, с использованием наиболее распространенных эволюционных решателей в среде Grasshopper. Если еще пять лет назад подобный подход использовался в основном архитекторами для создания сложной геометрии, то сегодня данное направление представляет интерес и для конструкторов, и для работников других подразделений строительных организаций.

Ключевые слова. генетический алгоритм, эволюционный решатель, оптимизация проектных решений.

APPLICATION OF EVOLUTIONARY ALGORITHMS FOR AUTOMATED ROUTINE TASKS OF ENUMERATING DESIGN OPTIONS

N. V. Knyazeva

Research University of Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

The level of elaboration and accuracy of projects increases from year to year due to the introduction of digital processing of information at each stage of decision-making. Specialists in the construction industry find a variety of opportunities to use tools for processing a large amount of data, used to solve the problems of finding the optimal solution at each stage of the object's life cycle. The article presents an approach to automating the design of routine tasks that require choosing the best of a variety of possible solutions, using the most common evolutionary solvers in the Grasshopper environment. If five years ago this approach was used mainly by architects to create complex geometry, today this area is of interest to designers and employees of other departments of construction organizations.

Keywords. genetic algorithm, evolutionary solver, optimization of design solutions.

Алгоритмическое моделирование (называют еще «вычислительным проектированием») набирает популярность во всем мире благодаря возможности выполнения большого количества различных задач с определенными входными параметрами, условиями, критериями работы и ограничениями поиска решений. С помощью алгоритма описывается весь процесс создания объекта: посредством совокупности инструкций осуществляется переход из одного состояния в другое до момента достижения искомого результата [1]. Развитие платформ визуального программирования происходило в том числе благодаря разработке плагина Explicit History для Rhino3D – программного обеспечения для трехмерного NURBS-моделирования, нашедшего применение среди архитекторов, промышленных дизайнеров и др. [2–4]. Новое приложение открыло возможность сохранять дерево исто-

рии для редактирования геометрии и стало прототипом мощного редактора визуального программирования Grasshopper. Его пользователи создали глобальное сообщество для общения со специалистами, обучения и обмена наработками. Ведущие разработчики CAD и BIM программ стремились внедрить вычислительные модули в свои системы, поэтому для интеграции с Grasshopper были созданы расширения ARCHICAD Live Connection, Tekla Live Link, плагины GH_SapfirComponent и др.

С помощью скриптов проектировщики сегодня решают множество рутинных задач: оформление чертежей, автоматическая перемаркировка сеток осей, помещений, конструктивных элементов, оборудования, заполнение оконных и дверных проемов, перенос параметров между типами и экземплярами и др.