

# ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ПРОБЛЕМ НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА

УДК 629.7

## ОСОБЕННОСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СИНТЕЗА ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ

Н. А. Кащеев, В. С. Чаплинский

### *Актуальность задач синтеза информационно-управляющих комплексов*

Информационно-управляющий комплекс (ИУК) космической системы (КС) в настоящее время является структурным формированием, выполняющим функции автоматизированной системы управления (АСУ) космическими аппаратами (КА) и средств передачи-приема и распространения данных информации целевого назначения (ИЦН).

Автоматизированный наземный сегмент ИУК (АНИУК) включает наземный комплекс управления (НКУ) КА и наземный комплекс приема, обработки и распространения данных ИЦН (спецкомплекс – СК), взаимодействующие с соответствующими бортовыми комплексами и потребителями ИЦН.

В известных структурах НКУ и СК функционируют как организационно и технически раздельные комплексы, взаимодействующие друг с другом и образующие так называемую большую систему (большие системы классифицируются как совокупность разнородных сложных систем со сравнительно слабыми связями между ними).

Дальнейшее развитие ИУК определилось в направлении унификации и интеграции его средств с образованием в перспективе *новой сложной системы* – автономного регионального унифицированного наземного комплекса (АРУ ИУК).

Автономный региональный (в пределах однопунктный) унифицированный наземный сегмент ИУК в отличие от ранних прототипов представляется как развивающееся структурное унифицированное формирование, интегрирующее функции НКУ КА и СК.

Если рассматривать АРУ ИУК как НКУ КА с *дополнительной функцией приема с КА больших потоков ИЦН*, ее обработки и распространения, а также больших потоков телеметрической информации, то такой объект переводит НКУ КА в статус унифицированного наземного сегмента ИУК.

Концептуальный подход формирования АРУ ИУК определился появившимися новыми технологиями обмена информацией с КА и тенденциями развития самих КА и ИУК, обусловившими возможность создания автономных (самодостаточных, ресурсосберегающих) региональных унифицированных комплексов [1–2]:

– технологиями ретрансляционного обмена информацией с КА, включающего также перспективные варианты сетевого обмена с использованием наземно-космических информационных сетей (НКИС), технологиями координатно-временного обеспечения (КВО) с применением на КА навигационной аппаратуры потребителя (НАП) космических навигационных систем (КНС); т.е. технологиями, минимизирующими наземный сегмент ИУК вплоть до одного пункта;

– реализацией концепции создания малых и микро-КА (МКА) и, соответственно, создания многоспутниковых космических систем, которые могут быть организованы в НКИС, функционирующую с применением как традиционных специализированных спутников-ретрансляторов (СР) на геостационарной орбите (ГСО), так и без них (на основе многофункциональных целевых КА наблюдения, навигации и связи).

Эти направления развития современной космической техники в совокупности логически обусловили возможность создания АРУ ИУК и необходимость решения соответствующих сопутствующих проблемных вопросов. Обоснование такой возможности (реализуемости) представляется актуальной прикладной целевой установкой и при решении сопутствующих задач может рассматриваться как общественно значимый обобщенный научный результат.

Автономные (самодостаточные) региональные унифицированные ИУК представляются объектами исследования, занимающими особое научное положение как объекты, реализующие широко востребованные однопунктные методы обмена информацией с КА и, соответственно, повышающими оперативность и устойчивость функционирования космических информационных систем, а также характеризующимися экономическим эффектом их создания и применения.

Задачи с использованием схем малопунктного обмена информацией с КА решались и ранее. Однако сформулированная задача, характеризующаяся известным комплексом нерешенных проблем, по-прежнему остается актуальной.

### **Постановка и декомпозиция задачи синтеза ИУК в целом**

Задача синтеза ИУК в целом предполагает оптимизационную постановку минимизации стоимости  $C_{\text{ИУК}}$  создания и применения ИУК при заданном максимальном требовании  $P_{0\text{max}}$  к вероятности выполнения целевой задачи ИУК [3–4]:

$$\begin{aligned} \min C_{\text{ИУК}}, \\ P_{\text{бр}}(t+T)K_{\text{ПС}}P_{\text{рл}}(T) \geq P_{0\text{max}}, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $P_{\text{бр}}(t+T)$  – вероятность безотказной работы комплекса в течение времени выполнения целевой задачи на интервале  $[0, t+T]$ ;  $t$  – общее время функционирования комплекса на интервале  $[0, t]$ ;  $T$  – собственно время выполнения целевой задачи (определяется характеристиками надежности ИУК);  $K_{\text{ПС}}$  – характеристика пропускной способности ИУК (вероятность того, что состав средств ИУК и их количество достаточны для выполнения целевых задач всей орбитальной группировки КА, закрепленной за ИУК);  $P_{\text{рл}}(T)$  – вероятность выполнения  $\ell$ -го сеанса связи длительностью  $T$  при воздействии помех (определяется характеристиками помехозащищенности радиолиний и электромагнитной совместимости системы взаимодействующих радиоэлектронных средств (РЭС) при условии наличия требуемой совокупности функционально необходимых жизнеспособных средств и надежного их функционирования при выполнении целевой задачи).

Для ремонтнопригодных комплексов справедливо соотношение

$$\begin{aligned} P_{\text{бр}}(t+T) = K_{\Gamma}(t)P_{\text{бр}}(T) \approx K_{\Gamma}(t), \\ t \gg T, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $K_{\Gamma}$  – коэффициент готовности ИУК.

Для неремонтнопригодных комплексов, в том числе функционирующих в условиях конфликтной среды, убывающая во времени функция *живучести* комплекса  $P_{\text{ж}}(t) = K_{\Gamma}(t)P_{\text{бр}}(T)$  определяется как вероятность сохранения минимального функционально необходимого состава и количества средств ИУК.

Область приемлемых значений сомножителей в ограничении (1) определяется соотношениями

$$P_{0\text{max}} \leq [P_{\text{бр}}(t), K_{\text{ПС}}, P_{\text{рл}}(T)] < 1. \quad (3)$$

Неравенства (3) справедливы для каждого сомножителя.

Левая часть неравенства в (1) характеризует наиболее сложную по трудоемкости в анализируемых вариантах операцию (сеанс связи).

Такая постановка задачи предполагает установление зависимостей  $C_{ИУК}(X)$ ,  $K_{Г}(t, X)$ ,  $P_{бр}(t, X)$ ,  $K_{ПС}(X)$ ,  $P_{Ж}(t, X)$ ,  $P_{РЛ}(T, X)$ , где  $X$  – совокупность характеристик ИУК, подлежащих определению в результате синтеза.

Выражение (1) представлено в классическом виде для критериального подхода «эффективность–стоимость».

Показатель  $C_{ИУК}(X)$  является эмпирической зависимостью приращения стоимости ИУК относительно некоторого базового значения от совокупности его характеристик.

В соответствии с выражением (1) совокупность основных оптимизируемых характеристик ИУК, подлежащих определению, для режимов функционирования в условиях индифферентной среды может быть представлена следующим перечнем [5–6]:

- интенсивности физических отказов ИУК в целом и его элементов (средств) в режиме функционирования по назначению; коэффициенты резервирования средств (исходя из требований к сомножителю  $P_{бр}$ );

- характеристики радиолиний ИУК, обеспечивающих их помехозащищенность при выполнении сеансов связи с требуемой информативностью и электромагнитную совместимость радиоэлектронных космических средств и средств региона в общих рабочих зонах (исходя из требований к сомножителю  $P_{РЛ}$ );

- характеристики пропускной способности ИУК *без учета случайных дестабилизирующих факторов* (случайные дестабилизирующие факторы в (1) учитываются другими сомножителями, определяющими вероятность выполнения целевой задачи), т.е. на этапе планирования выполнения операций для всей орбитальной группировки КА, закрепленной за ИУК (исходя из требований к сомножителю  $K_{ПС}$ ).

Сомножитель  $K_{ПС}$  по определению должен быть принят равным единице – представляется логически неприемлемым создание ИУК, в котором при заданных характеристиках КА уже на этапе планирования применения средств это условие не выполняется из-за недостаточности средств.

Однако задача обеспечения требуемой пропускной способности ИУК на уровне  $K_{ПС} \approx 1$  как исследовательская задача остается актуальной и требует своего решения при определении достаточного количества требуемых средств. Случайный характер показателя пропускной способности ИУК в исследовательских задачах перспектив развития космических систем обусловлен рандомизацией ряда неполностью определенных в исходных данных характеристик, например, баллистических.

В задачах типа (1) одним из важнейших проблемных вопросов остается вопрос получения регрессионных зависимостей стоимости ИУК от его характеристик (особенно в условиях экономической нестабильности развития предприятий) или корректной замены этого показателя другим более удобным при количественных оценках, но не нарушающим смысловое содержание оптимизационной задачи.

Для условий применения ИУК в конфликтной среде совокупность основных оптимизируемых характеристик ИУК, подлежащих определению, представляется следующим перечнем:

- интенсивности поражения ИУК и его средств (приводящего к функциональной невозможности решения хотя бы одной целевой задачи);

- коэффициенты резервирования средств (исходя из требований к сомножителю  $P_{Ж}$ );

- характеристики радиолиний ИУК, обеспечивающих их помехозащищенность в условиях радиоэлектронного подавления (РЭП) при выполнении сеансов связи с требуемой информативностью (исходя из требований к сомножителю  $P_{РЛ}$ ).

Если средства ИУК являются унифицированными для различных условий их применения, то характеристики пропускной способности ИУК остаются теми же, что и для функционирования в условиях индифферентной среды. В противном случае задача оценки пропускной способности должна решаться при соответствующей коррекции исходных данных [7–9].

Определение требуемых уровней оптимизируемых показателей предполагает предварительную декомпозицию задачи с обоснованием соотношения в выражении (1) между сомножителями  $P_{бр}$ ,  $P_{рл}$  или  $P_{ж}(t)$ ,  $P_{рл}$  при заданном требовании  $P_0$  к произведению этих сомножителей и постулируемом ограничении относительно показателя  $K_{ПС}$ .

Задачу декомпозиции формально представим в виде оптимизации распределения усилий между двумя сомножителями произведения  $P_1P_2$ .

Определение требований к составляющим произведения  $P_1P_2$  при ограничении  $P_1P_2 \geq P_0$  основано на анализе затратных механизмов обеспечения показателей и их сравнении и позволяет далее традиционно раздельно решать задачи по оптимизации характеристик надежности (живучести) и помехозащищенности.

Предположим, что в требуемой области значений показателей  $P_1$ ,  $P_2$ , близких к единице, удалось получить аппроксимирующие зависимости стоимости  $C_B(P_1)$ ,  $C_R(P_2)$ . Тогда в окрестности точки  $P_0$  эти зависимости можно представить линейными функциями:

$$C_B(P_{бр}) \approx BP_1, C_R(P_{рл}) \approx RP_2. \quad (4)$$

Разработка методов определения зависимостей (4) должна сопутствовать решению сформулированной задачи.

С учетом (1) процесс декомпозиции задачи представляется в следующем формализованном виде:

$$\begin{aligned} \min M; M(P_1, P_2) &= BP_1 + RP_2, \\ P_1P_2 &\geq P_0. \end{aligned} \quad (5)$$

Значения величин  $B$ ,  $R$ ,  $P_0$  считаются заданными.

При введении обозначений

$$x = BP_1, y = RP_2 \quad (6)$$

задача (5) приобретает следующую каноническую форму:

$$\begin{aligned} \min(x + y), \\ xy \geq E, E = P_0BR. \end{aligned} \quad (7)$$

Решение:  $x = \frac{E}{y}$ ;

$$M = \frac{E}{y} + y; \min\left(\frac{E}{y} + y\right); \frac{dM}{dy} = -\frac{E}{y^2} + 1 = 0;$$

$$x = y = E^{0.5};$$

$$P_1 = \sqrt{\frac{P_0R}{B}}, P_2 = \sqrt{\frac{P_0B}{R}}. \quad (8)$$

Решение (8) может быть принято только при условии  $B = R$ . При невыполнении этого условия в силу разнородности решаемых технических задач по реализации показателей  $P_1$ ,  $P_2$  один из сомножителей произведения  $P_1P_2$  (обеспечение которого реализуется с меньшими затратами) может быть больше единицы. При этом теряется физический смысл такого показателя (вероятность).

Тогда, дополняя полученное решение ограничением

$$P_0 < P_1 < 1, P_0 < P_2 < 1,$$

имеющим физический смысл, показатели  $P_1$ ,  $P_2$  могут быть определены следующим образом.

Показатель  $P_1$  со значением в (8) больше единицы определяется как максимально возможный (потенциально реализуемый), второй показатель при этом определяется из соотношения

$$P_2 = \frac{P_0}{P_1}.$$

Минимум унимодальной функции  $M(P_1, P_2)$  может быть уточнен путем итераций.

Следует заметить, что при обосновании характеристик в [1] предложено использовать положение о «равнопрочности» частей системы, однако при этом не учитываются стоимостные составляющие, что определяет погрешности на системном уровне, которые могут оказаться существенными.

### **Основные задачи синтеза ИУК, требующие методического обеспечения**

Задача синтеза ИУК в целом представлена постановкой (1) на основе критериального подхода «эффективность–стоимость», для которой сомножители в ограничении определяют основные частные задачи (по терминологии [1] определяют X-качества) синтеза ИУК.

Однако, исходя из того, что наиболее адекватным универсальным инструментом оценки эффективности информационных систем в целом признаются имитационные статистические модели, разработанные для ЭВМ [3], то представляется целесообразной разработка такой модели, соответствующей постановке задачи (1), предназначенной: для оценки (анализа) эффективности (устойчивости) комплексов в целом, приближенным к реальным; синтеза характеристик ИУК (хотя бы доступным методом перебора вариантов); разработки алгоритмов поведения ИУК в индифферентных и конфликтных сценариях; контроля и подтверждения адекватности аналитических оценок частных показателей эффективности.

Согласно (1) приоритетными частными задачами, требующими методического обеспечения, являются задачи установления зависимостей показателей  $K_{\Gamma}$ ,  $P_{\text{бр}}$ ,  $P_{\text{ж}}$  от соответствующих параметров надежности (живучести) ИУК и его средств (необходимых качеств, характеризующих жизнеспособность систем, без которых реализация остальных качеств теряет смысл). В постановке (1) эти задачи должны решаться как оптимизационные, определяющие оптимальные параметры надежности (живучести) ИУК.

Составляющим показателя надежности  $P_{\text{бр}}(t)$  формально может быть определен и показатель  $K_{\text{ПС}}$ , характеризующий пропускную способность, – достаточность привлекаемых средств ИУК для выполнения целевой задачи. Действительно, если для каких-либо случайных условий функционирования в течение времени  $t$  для выполнения заданных технологических операций обмена информацией обнаруживается недостаток средств ИУК, приводящий к отказу ИУК, то такой отказ может интерпретироваться в терминах теории надежности как функциональный отказ комплекса.

Однако показатель  $K_{\text{ПС}}$ , логически дополняющий в (1) события до полной группы, представлен как независимый показатель пропускной способности ИУК.

Оправданием такого декомпозиционного разделения показателей  $P_{\text{бр}}(t)$  и  $K_{\text{ПС}}$  может быть различная физическая природа отказов:

- отказы для условия  $P_{\text{бр}}(t) < 1$  связаны с естественным старением рабочих элементов системы при их функционировании;
- отказы для условия  $K_{\text{ПС}} < 1$  характеризуются недостаточным количеством задействованных для решения целевой задачи ИУК жизнеспособных надежных средств;
- методы вычисления показателей надежности и пропускной способности систем существенно разнятся.

Аналогичная аргументация представляется убедительной и при разделении в (1) показателей надежности ИУК и помехозащищенности его радиолиний, также характеризуемых отказами различной физической природы.

Сомножитель  $P_{\text{рл}}$  в ограничении (1), характеризующий вероятность выполнения одиночного сеанса связи для различных условий электромагнитной обстановки, определяет некоторый пе-

речь частных задач, отличающихся особенностью их решения на фоне известных результатов теории помехозащищенности радиолиний.

Таким образом, основные задачи синтеза ИУК, требующие методического обеспечения, могут быть представлены следующим перечнем:

- задачи, решаемые на основе имитационного статистического моделирования функционирования ИУК;

- обоснование (определение, синтез) минимального функционально необходимого состава привлекаемых средств для заданной орбитальной группировки, закрепленной за ИУК, обеспечивающего заданные требования к пропускной способности ИУК  $K_{ПС} \approx 1$ ;

- обоснование характеристик ИУК и его средств, обеспечивающих надежность (живучесть) ИУК (сомножители  $P_{бр}$ ,  $P_{ж}$ );

- обоснование характеристик радиолиний, обеспечивающих помехозащищенность ИУК при выполнении одиночных сеансов связи в различных условиях электромагнитной обстановки (сомножитель  $P_{рл}$ ).

### ***Особенности решения задач синтеза информационно-управляющих комплексов – основные выводы***

1. Адекватная имитационная статистическая модель (универсальное средство анализа и исследования систем) должна основываться на принципах искусственной рандомизации не определенных исходными данными значений ряда параметров со следующими отличительными признаками (особенностями, характерными для ИУК):

- реализацией возможности задания и изменения приоритетности выполняемых операций, определяющей очередность их планирования и разрешения конфликтных ситуаций (при равных приоритетах обслуживаемая операция должна выбираться случайно по равномерному закону);

- введением в состав исходных данных схем информационных контуров, в соответствии с которыми может быть выполнена операция. Это требование обусловлено разнообразием в настоящее время структурных вариантов схем выполнения операции (однопунктный, многопунктный режимы; различные схемы ретрансляционного обмена информацией и др.);

- введением универсальных (для модели) характеристик разнотипных средств, позволяющих разнотипные средства рассматривать с единых позиций как типовой элемент трансляции и преобразования с требуемыми задержками информационных посылок;

- модель должна формировать планы привлечения средств ИУК с максимально плотной укладкой во времени выполнения операций для всей орбитальной группировки, закрепленной за ИУК, минимизирующие состав средств с учетом специфических особенностей региона, их дислокации и условий функционирования;

- модель должна обеспечивать возможность определения минимально необходимого состава средств, предназначенных для выполнения всей совокупности целевых задач ИУК, в том числе в конфликтных ситуациях с заданными сценариями информационно-энергетического обмена.

2. При декомпозиции задачи (1) обоснован системный постулат  $K_{ПС} \approx 1$ , имеющий принципиальное значение при решении задачи синтеза ИУК.

Постулат  $K_{ПС} \approx 1$  определяет требование к составу средств ИУК и планированию выполнения операций (сеансов связи) средствами ИУК, т.е. к процессам, которые по определению являются детерминированными. Случайные факторы, влияющие на результаты реализации планов, учитываются другими показателями в ограничении выражения (1). Случайный характер показателя  $K_{ПС}$  пропускной способности ИУК в исследовательских задачах перспектив развития космических систем сохраняется и определяется рандомизацией ряда неположительно определенных в исходных данных характеристик.

Планирование применения средств ИУК с определением их минимального состава при условии  $K_{ПС} \approx 1$  должно быть обеспечено соответствующей автоматизированной системой, в том числе с использованием имитационной статистической модели.

Минимальный состав привлекаемых средств в этом смысле является нетрадиционной характеристикой пропускной способности ИУК для заданной орбитальной группировки.

В соответствии с декомпозицией задачи синтеза ИУК в целом, эта задача может быть методически представлена двумя независимыми задачами:

- синтеза характеристик ИУК, обеспечивающих его надежность (живучесть);
- синтеза характеристик радиолиний ИУК, обеспечивающих его помехозащищенность при выполнении одиночных сеансов связи в различных условиях электромагнитной обстановки.

3. Основные особенности и ограничения при решении задачи синтеза характеристик ИУК, обеспечивающих его надежность (живучесть):

- качества (свойства) надежности и живучести ИУК являются формально *однородными*, отличающимися лишь составом дестабилизирующих факторов, приводящих к отказам;
- задача обоснования характеристик надежности (живучести) должна быть представлена аналогично задаче (1) как оптимизационная в соответствии с критериальным подходом «эффективность–стоимость».

Обоснованию (определению в результате решения оптимизационной задачи) подлежат интенсивности отказов и соответствующие показатели резервирования средств в системе (комплексе).

Задача обеспечения требуемой надежности основывается на методах создания высоконадежной элементной базы, предупреждения и поиска неисправностей, резервирования элементов.

Задача обеспечения живучести средств ИУК отличается высокой динамикой исследуемых процессов, неопределенностью условий функционирования конфликтующих систем и характеризуется основными направлениями, требующими комплексирования или альтернативного выбора.

Вероятности безотказной работы ИУК (средств ИУК) аппроксимируются выражениями на основе экспоненциальных функций, которые рассматриваются для значений, близких к единице, имеющих практический смысл.

4. Основные особенности и ограничения при решении задачи синтеза характеристик радиолиний, обеспечивающих помехозащищенность ИУК при выполнении одиночных сеансов связи в различных условиях электромагнитной обстановки, сводятся к следующим.

Структурное построение ИУК предполагает непосредственный и ретрансляционный, в том числе сетевой, режимы обмена информацией по радиолиниям с различными характеристиками.

Рассматриваются ИУК с использованием средств обмена информацией радиотехнических диапазонов частот, в перспективе – миллиметрового и оптического диапазонов волн.

Расчетная вероятность ошибочного приема одного двоичного символа информации определена на уровне  $10^{-6}$ , поскольку практика работы с радиотехническими системами космического назначения показывает, что требования в вариантах безызыточного формирования информации в области значений вероятностей, меньших  $10^{-6}$ , реализовать проблематично – собственные шумы приемников в этой области становятся несущественными, преобладают внешние возмущающие факторы, не поддающиеся статистическому учету [2].

Основной режим ИТНП реализуется бортовым навигационно-временным устройством на основе НАП КНС.

Минимальный коэффициент усиления бортовой антенны при управлении КА в неориентированном режиме – «минус» (10...13) дБ.

Основные направления, обобщенные исходные предпосылки и ограничения по обеспечению помехозащищенности радиолиний, определяются соответствующими моделями.

### Список литературы

1. Флейшман, Б. С. Элементы теории потенциальной эффективности сложных систем / Б. С. Флейшман. – М. : Советское радио, 1971. – 224 с.
2. Кашеев, Н. А. Радиотехнические средства управления космическими аппаратами / Н. А. Кашеев. – М. : Изд-во МИРЭА, 2005. – 202 с.
3. Бусленко, Н. П. Моделирование сложных систем / Н. П. Бусленко. – М. : Наука, 1978. – 400 с.
4. Власюк В. В. Метод определения оптимальных характеристик резервирования и надежности наземных средств многопунктовых комплексов управления космическими аппаратами / В. В. Власюк, Н. А. Кашеев, В. С. Чаплинский // Авиакосмическое приборостроение. – 2009. – № 5. – С. 8–14.
5. Дивеев, А. И. Синтез управления движением мобильного робота по траектории методом интеллектуальной эволюции / А. И. Дивеев, Е. Ю. Шмалько, Н. К. Юрков // Труды Междунар. симп. Надежность и качество. – 2013. – Т. 1. – С. 188–190.
6. Yurkov N. K. Characteristic Features of the Control of Complex Systems Utilizing Conceptual Models / N. K. Yurkov // Measurement Techniques. – 2004. – Vol. 47, № 4. – April. – P. 339–342.

7. Северцев, Н. А. Системный анализ определения параметров состояния и параметры наблюдения объекта для обеспечения безопасности / Н. А. Северцев // Надежность и качество сложных систем. – 2013. – № 1. – С. 4–10.
8. Северцев, Н. А. К вопросу об утрате работоспособности систем / Н. А. Северцев, А. В. Бецков, А. М. Самокутяев // Труды Междунар. симп. Надежность и качество. – 2013. – Т. 2. – С. 268–270.
9. Баранов, Н. А. Управление состоянием готовности системы безопасности к отражению угрозы / Н. А. Баранов, Н. А. Северцев // Труды Междунар. симп. Надежность и качество. – 2012. – Т. 1. – С. 8–10.

**Кащеев Николай Александрович**

доктор технических наук, профессор,  
главный научный сотрудник,  
Научно-исследовательский институт  
космических систем им. А. А. Максимова –  
филиал Государственного космического  
научно-производственного центра им. М. В. Хруничева  
(141091, Россия, Московская обл, г. Юбилейный,  
ул. Тихонравова, 9)  
E-mail: niiks@khrunichev.com

**Чаплинский Владимир Степанович**

доктор технических наук, профессор,  
главный научный сотрудник,  
Научно-исследовательский институт  
космических систем им. А. А. Максимова –  
филиал Государственного космического  
научно-производственного центра им. М. В. Хруничева  
(141091, Россия, Московская обл, г. Юбилейный,  
ул. Тихонравова, 9)  
E-mail: niiks@khrunichev.com

**Аннотация.** Статья содержит классификацию положений, выделяющих особенности решения задач синтеза информационно-управляющих комплексов (ИУК). В ней представлены основные системные характеристики существующих ИУК, постановки актуальных задач синтеза перспективных ИУК, в частности, автономных региональных унифицированных (АРУ) ИУК. Приведены основные задачи синтеза ИУК, требующие методического обеспечения, и основные направления их решения, в том числе с позиций задач сложных систем.

**Ключевые слова:** автономные региональные унифицированные информационно-управляющие комплексы, эффективность ИУК, оптимизация характеристик ИУК, космические системы наблюдения.

УДК 629.7

**Кащеев, Н. А.**

**Особенности решения задач синтеза информационно-управляющих комплексов / Н. А. Кащеев, В. С. Чаплинский // Надежность и качество сложных систем. – 2015. – № 4 (12). – С. 3–10.**

**Kashcheev Nikolay Aleksandrovich**

doctor of technical sciences, professor,  
senior research manager,  
Scientific Research Institute of Space Systems  
named after A. A. Maksimov –  
branch of State Space Scientific Production Center  
named after M. V. Hrunichev  
(141091, 9 Tihonravova street, Yubileyny,  
Moscow region, Russia)

**Chaplinskiy Vladimir Stepanovich**

doctor of technical sciences, professor,  
senior research manager,  
Scientific Research Institute of Space Systems  
named after A. A. Maksimov –  
branch of State Space Scientific Production Center  
named after M. V. Hrunichev  
(141091, 9 Tihonravova street, Yubileyny,  
Moscow region, Russia)

**Abstract.** Article contains classification of the positions allocating features of the decision of problems of synthesis of information-operating complexes (IOC). In it the basic system characteristics existing IOC, statements of actual problems of synthesis perspective IOC, in particular, independent regional unified (IRU) IOC are presented. The primary goals of synthesis IOC demanding methodical maintenance, and the basic directions of their decision are resulted.

**Key words:** the independent regional unified information-operating complexes, efficiency IOC, optimisation of characteristics IOC, space systems of supervision.