

УДК 629.78; 681.5.03

**Способы решения основных проблемных вопросов разрешения  
конфликтных ситуаций по задействованию наземных средств  
управления космическими аппаратами**

**Сохранный Е.П.**

*Центральный научно-исследовательский институт машиностроения,*

*ул. Пионерская, 4, Королёв, Московская область, 141070, Россия*

*e-mail: [sep@mcc.rsa.ru](mailto:sep@mcc.rsa.ru)*

***Статья поступила 15.06.2019***

**Аннотация**

По результатам анализа применения наземных средств управления (НСУ) космическими аппаратами (КА) научного и социально-экономического назначения (НСЭН) выделены основные проблемные вопросы разрешения конфликтных ситуаций (КС) по задействованию средств управления, заключающиеся в необходимости и обеспечения обоснованности и оперативности принятия решений по разрешению конфликтных ситуаций. Предложены способы решения проблемных вопросов и определены ожидаемые результаты.

**Ключевые слова:** наземное средство управления космическими аппаратами, конфликтная ситуация по задействованию средств управления, решение по разрешению конфликтных ситуаций, запрос на проведение сеанса связи.

## Введение

Эффективность управления орбитальной группировкой (ОГ) КА НСЭН существенно зависит от состава, характеристик и технологий применения наземных средств управления (далее: НСУ, средства управления) космическими аппаратами, расположенных на командно-измерительных пунктах (КИП) наземного автоматизированного комплекса управления (НАКУ) космическими аппаратами научного и социально-экономического назначения (НСЭН) и обеспечивающих связь Центров управления полётами (ЦУП) КА (органов управления) непосредственно с космическими аппаратами (объектами управления). Задачей НАКУ является непрерывное и устойчивое управление российской орбитальной группировкой (ОГ) автоматических и пилотируемых космических аппаратов, а также объектами на траекториях полета к Луне, Марсу, другим небесным телам Солнечной системы [1]. Особенность применения средств управления КА заключается в том, что конкретное средство может быть задействовано для управления только теми КА, которые находятся в зоне радиовидимости (ЗРВ) этого средства. При этом зоны радиовидимости различных космических аппаратов конкретным средством могут пересекаться, что приводит к возникновению конфликтных ситуаций по задействованию средств управления. Под конфликтной понимается ситуация, в которой возникает необходимость использования ресурсов одного и того же средства управления в одно и то же время для работы с несколькими космическими аппаратами.

Формально конфликтную ситуацию можно представить в виде

$$\left(t_x^H, t_x^K\right) \cap \left(t_y^H, t_y^K\right) \neq \emptyset, \left(t_x^H, t_x^K\right) \wedge \left(t_y^H, t_y^K\right) \in \left(t_{ЗРВ}^H, t_{ЗРВ}^K\right) \quad (1)$$

где  $\left(t_x^H, t_x^K\right), \left(t_y^H, t_y^K\right)$  – интервалы (начало, конец) сеансов связи с КА<sub>x</sub> и КА<sub>y</sub>;

$\left(t_{ЗРВ}^H, t_{ЗРВ}^K\right)$  – интервал зоны радиовидимости КА данным средством.

Конфликтные ситуации на средствах возникают при увеличении нагрузки по реализации сеансов связи в требуемых зонах радиовидимости космических аппаратов сверх возможностей средств управления, например, при запуске новых КА, возникновении ситуаций, влияющих на применение средств управления по назначению (возникновение неисправностей и нештатных ситуаций при работе средств управления, средств обеспечения их работы или бортовой аппаратуры (БА) КА, проведение неплановых эксплуатационных мероприятий на средствах управления, изменение радиоэлектронной, метео-, гео- и гелиофизической обстановки в районах размещения средств управления, изменение планов работ с КА, например, при оперативном перераспределении функций между отдельными КА для повышения качества и скорости получения целевой информации [2], и т.п.).

Из определения конфликтной ситуации вытекает основная причина их возникновения, заключающаяся в ограниченности ресурсов средств управления по управлению космическими аппаратами по ЗРВ, поэтому одним из путей разрешения конфликтных ситуаций является увеличение ресурсов средств управления, что требует вложения значительных финансовых средств. Другой путь состоит в совершенствовании технологии планирования задействования имеющихся средств, что, безусловно, является более рациональным.

## **Состояние технологии планирования задействования наземных средств управления**

Планирование задействования наземных средств управления осуществляется на основании заявок на задействование средств, определяющих состав и последовательность выполнения операций, проводимых на каждом космическом аппарате. Заявка состоит из совокупности строк, включающих данные для проведения отдельных сеансов связи с КА, поэтому каждая строка по существу представляет собой запрос на проведение одного сеанса связи с КА. Содержание каждого запроса и последовательность их выполнения определяются технологическим циклом управления (ТЦУ) космическим аппаратом.

Органом, осуществляющим планирование задействования наземных средств управления для управления космическими аппаратами, является Центр ситуационного анализа, координации и планирования (ЦСАКП) работы средств НАКУ КА НСЭН.

По срокам реализации планирование задействования НСУ КА подразделяется на долгосрочное, оперативное и текущее. Основными для ЦСАКП являются оперативное и текущее планирование. Результаты оперативного планирования реализуются в «Плане задействования средств» (ПЗС), на его основании – в «Плане задействования каналов связи» (ПЗКС) и в последующих управляющих воздействиях по их реализации в виде выписок из планов и распоряжений на задействование средств. Оперативное планирование выполняется на одно–двухсуточном интервале за 3-5 суток до требуемого времени реализации ПЗС. Текущее планирование осуществляется, как

правило, в течение текущих суток проведения сеанса связи и заключается в коррекции утверждённого ПЗС. Коррекцией является любое изменение, вносимое в утверждённый ПЗС, необходимость которого возникает из-за изменений в состоянии КА, НСУ КА, условий их применения или планов работы с КА [3].

Конфликтные ситуации по ЗРВ КА могут возникать как при оперативном планировании при подаче Центрами управления полётами (ЦУП) заявок на задействование средств, так и при текущем планировании в случае необходимости дополнительного использования уже распределённых временных ресурсов средств управления. Поэтому основной целью оперативного (текущего) планирования применения средств управления КА является бесконфликтное и, по возможности, рациональное (оптимальное) их распределение по составу, режимам, месту и времени работы для обеспечения непрерывного, надёжного и устойчивого управления КА на различных этапах их жизненного цикла и функционирования средств управления КА. Бесконфликтное распределение средств управления означает отсутствие в ПЗС конфликтующих запросов на проведение сеансов связи с КА.

При проведении оперативного планирования в настоящее время в зависимости от соотношения между объемами имеющихся и затребованных ресурсов НСУ КА используется одна из трех технологий (технологических циклов) планирования (ТЦП): ТЦП при отсутствии КС; ТЦП при наличии КС, разрешаемых с использованием резервных зон радиовидимости (РЗРВ) НСУ КА; ТЦП при наличии КС, разрешение которых требует согласования с ЦУПами перемещений времени реализации

конфликтующих запросов на другое время (средство) или привлечения ресурсов НСУ КА сторонних организаций. В данном случае резервными являются зоны радиовидимости, работы по которым включены в ПЗС дополнительно к основным для обеспечения гарантированного выполнения ТЦУ КА.

При проведении текущего планирования используются те же технологии, что и при оперативном планировании, но накладывается ряд ограничений, определяемых технологическим циклом управления (ТЦУ) КА [3], основным из которых является ограничение по времени выполнения мероприятий на перепланирование задействования и подготовку к работе ЦУП и средств управления КА, которое может быть ограничено временем одного витка КА вокруг Земли.

Отличительной особенностью используемых технологий планирования является порядок разработки вариантов ПЗС при возникновении конфликтных ситуаций. Существующие программные средства обеспечивают только обнаружение конфликтных ситуаций. Разрешение конфликтных ситуаций осуществляется лицом, принимающим решения (ЛПР), с привлечением руководителей (обычно 2 специалиста) полётами КА, по которым возникли конфликтные ситуации. Для оценки важности конфликтующих запросов экспертами выделяется некоторая совокупность факторов, влияющих на разрешение данной конфликтной ситуации, производится их качественная оценка и по результатам оценки определяется порядок удовлетворения запросов. В первую очередь эксперты учитывают факторы, влияющие на жизнеспособность космических аппаратов, поскольку наибольший ущерб приносит

потеря КА, затем рассматриваются факторы, влияющие на обеспечение работоспособности аппаратуры КА, далее – влияющие на получение и передачу целевой информации. Учёт этих факторов реализуется путём выполнения передаваемых на борт КА операций (команд), соответствующих режимам работы НСУ КА, задаваемым в запросах на проведение сеансов связи. При принятии решения о разрешении КС учитываются также такие факторы, как тип КА, срок пребывания КА на орбите, режим полёта КА, этап эксплуатации КА, суммарная продолжительность зон радиовидимости КА на суточном интервале и другие. При разрешении КС часто возникают ситуации, когда перенести конфликтующий запрос на другое время или средство в течение суток планирования невозможно из-за занятости временных ресурсов этого средства для проведения сеанса связи с другим космическим аппаратом, либо время реализации переносимого сеанса связи не удовлетворяет требованиям технологического цикла управления космическим аппаратом.

Экспертная оценка практики разрешения конфликтных ситуаций показывает, что для разрешения одной конфликтной ситуации в зависимости от способа её разрешения (без привлечения средств управления сторонних организаций) оператору–планировщику требуется от 10-ти до 30-ти минут.

## **Основные проблемные вопросы разрешения конфликтных ситуаций и способы их решения**

Основным условием возможного возникновения конфликтных ситуаций является рост состава орбитальной группировки космических аппаратов. Анализ данных о планируемых изменениях состава орбитальной группировки и наземных средств управления КА, приведенных в Федеральной космической программе России на 2016-2025 годы, показывает, что в период с 2018 по 2024 год при возрастании количества КА в 3,3 раза и средств управления в 1,9 раза прогнозируемое количество требуемых сеансов связи в сутки возрастёт примерно в 4 раза, при этом средняя нагрузка на одно средство возрастёт в 2,2 раза.

Ухудшение условий функционирования КА и использования НСУ приводит, как правило, к увеличению количества требуемых сеансов связи и увеличению нагрузки на исправные средства управления. Необходимо также учитывать, что характеристики различных средств управления отличаются, что исключает их взаимозаменяемость, поэтому распределение нагрузки на исправные средства, вообще, и перераспределение нагрузки на исправные средства при изменении условий функционирования КА и использования НСУ, в частности, осуществляются неравномерно. Возрастание количества необходимых сеансов связи с КА и нагрузки на отдельные средства управления в условиях ограниченности ресурсов средств управления КА при использовании малопунктной экономической структуры наземных комплексов управления (НКУ) КА приводят к увеличению вероятности возникновения

конфликтных ситуаций и, как следствие, увеличению времени, необходимого для планирования задействования средств управления.

Следует также учитывать, что рост количества участников информационного обмена с ЦСАКП требует дополнительных временных затрат и приводит к сокращению времени на принятие решений по разрешению конфликтных ситуаций.

Анализ возникавших конфликтных ситуаций, состояния системы «орбитальная группировка КА – наземные средства управления КА» и изменения времени формирования ПЗС показывают, что до настоящего времени резерв времени при оперативном планировании позволял разрешать от 1-й до 3-х КС без нарушения сроков планирования. Результаты обработки статистических данных за период с 2012-го года по возникновению конфликтных ситуаций указывают на восходящий тренд частоты возникновения не менее 3-х конфликтных ситуаций при увеличении количества требуемых сеансов связи (рисунок 1).

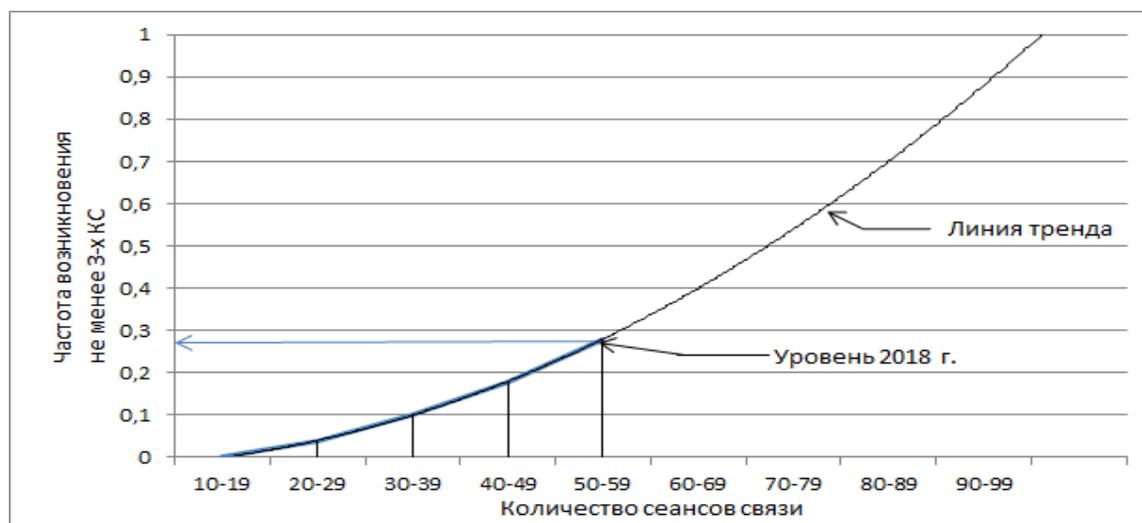


Рисунок 1 – Прогноз зависимости частоты возникновения не менее 3-х конфликтных ситуаций от количества требуемых сеансов связи

В документах по информационному обмену ЦСАКП с абонентами заданы некоторые ограничения, в частности – крайние сроки получения в ЦСАКП заявок на задействование средств, составляющие для базового ЦУП (БЦУП) космической системы «Ресурс-П» не позднее 2-х часов, для ЦУП КА «Канопус-В» – не позднее 45-ти минут до начала дозаказываемого сеанса связи при текущем планировании. Учитывая необходимость предоставления порядка 15-ти минут для подготовки средства управления к работе, минимальное время на разрешение возможных конфликтных ситуаций, включая их идентификацию, расчёт приоритетов конфликтующих запросов, распределение их реализации по НСУ, формирование и согласование ПЗС, формирование распорядительных документов по реализации ПЗС и их рассылка исполнителям, составит не более 30-ти минут. При возникновении 2-х и более конфликтных ситуаций при текущем планировании их своевременное разрешение организационным способом становится проблематичным.

Таким образом, с ростом ОГ КА (в соответствии с Федеральной космической программой до 2025 года) и изменением условий функционирования КА и применения наземных средств управления повышается вероятность возникновения конфликтных ситуаций, увеличивается время планирования задействования средств управления и повышается риск невыполнения требований по оперативности планирования задействования средств управления (рисунок 2, где  $T_{ПЗС}^{don}$  – допустимое время формирования Плана задействования средств, мин).

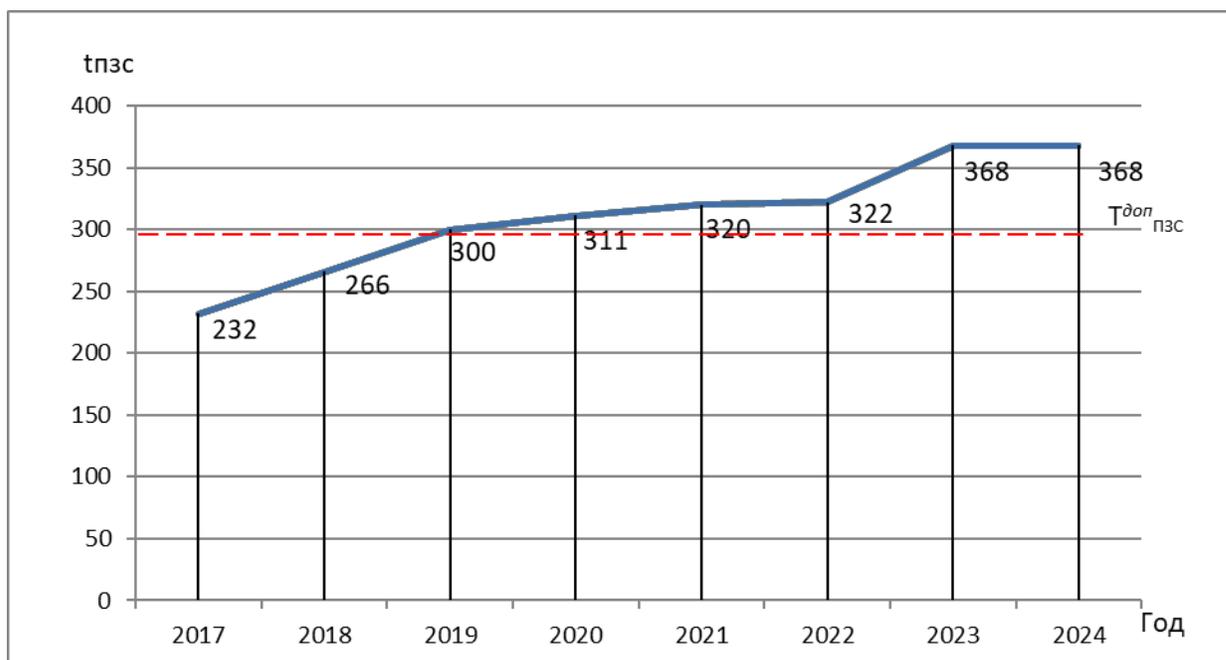


Рисунок 2 – Прогноз изменения времени формирования ПЗС ( $t_{\text{ПЗС}}$ )

Возникает так называемый второй информационный барьер (по определению академика В.М. Глушкова), когда суммарная сложность задач по управлению выше способности системы управления по переработке информации. Для преодоления данного барьера используется автоматизация всех информационных процессов, телекоммуникации и сетевые технологии. Объектом автоматизации являются функции, задачи и процессы, происходящие в системах управления [4].

Проведенный анализ выполнения этапов планирования задействования средств управления показал, что наиболее сложным является этап разработки вариантов разрешения конфликтных ситуаций.

Ввиду особенностей планирования применения средств управления космическими аппаратами (по ЗРВ и ТЦУ), при возникновении конфликтной ситуации запрос на проведение сеанса связи с КА не может ждать обслуживания в очереди.

Отсутствие или принятие несвоевременного и/или необоснованного решения по разрешению КС может привести к нарушению сроков планирования и технологического цикла управления с последующей дезорганизацией управления космическим аппаратом и орбитальной группировкой в целом [5, 6].

Особенности управления космическими аппаратами, определяющие требования к планированию задействования НСУ КА, а также сложности разрешения конфликтных ситуаций, не позволяют использовать существующие классические методы и способы планирования, в том числе основанные на теории расписаний, теории массового обслуживания, линейного программирования [7–9], ввиду ограничений по их использованию [10], что обуславливают необходимость разработки и исследования новых технологий планирования.

Для приоритетного обслуживания запросов авторы предлагают учёт различных групп факторов, влияющих на разрешение КС, и различные критерии оценки важности конфликтующих запросов [5, 11 – 11], однако комплексный учёт всех возможных для анализа факторов отсутствует.

Задача приоритетного обслуживания заявок абонентов решается и в других областях [12 – 15], однако предлагаемые способы приоритетного обслуживания не могут быть использованы из-за различий в исходных данных, условиях и ограничениях по применению, определяющих постановки задач и методы их решения.

В настоящее время привлечение узкого круга лиц (обычно 3 человека) для принятия решений по разрешению КС недостаточно, поскольку не обеспечивается

минимально необходимое значение доверительной вероятности результатов экспертной оценки [16]. Дополнительное привлечение квалифицированных экспертов при возникновении конфликтных ситуаций в режиме реального времени управления космическими аппаратами затруднительно из-за наиболее вероятного отсутствия экспертов в нужное время (отпуска, болезни, отдых после смены и т.п.), а при возможности привлечения потребуются дополнительные временные затраты на согласование мнений, что при жёстких временных ограничениях на принятие решений нежелательно, при этом качественное согласование их мнений в этих условиях проблематично.

Оценки согласованности суждений каждого эксперта и мнений экспертов группы при подготовке решений по разрешению КС не производятся. Низкое значение доверительной вероятности результатов экспертных оценок, отсутствие указанных оценок согласованности, использование, в основном, качественных оценок важности запросов на проведение сеансов связи с КА, а также доминирующее влияние мнения лица, принимающего решения, свидетельствуют о недостаточной обоснованности принимаемых решений и низкой оперативности принятия решений, что может привести к нарушению временных нормативов оперативного и текущего планирования.

Анализ факторов [17], влияющих на разрешение конфликтных ситуаций, позволяет выделить их следующие особенности: большое количество и разнообразие, преимущественно качественный характер, наличие логических связей между факторами. Эти особенности, а также отсутствие числовых оценок важности

запросов на проведение сеансов связи значительно затрудняют принятие решений по разрешению конфликтных ситуаций и обуславливают необходимость использования в качестве основы системы предпочтений для оценки важности конфликтующих запросов обобщённого числового показателя – приоритета запроса [18], учитывающего все возможные для оценки факторы качественного и количественного характера и их взаимосвязи, влияющие на разрешение конфликтных ситуаций. Использование численных значений приоритетов запросов позволяет не только повысить оперативность принятия решений, но и обоснованно выбирать для реализации и переносить реализацию конфликтующих запросов, определить степень превосходства одних запросов над другими и снизить степень субъективизма принимаемых решений за счёт снижения степени влияния человеческого фактора. Обоснованный перенос времени реализации конфликтующих запросов на проведение сеансов связи с КА позволит исключить необходимость установки дополнительных наземных средств управления, повысить эффективность использования существующих средств управления и эффективность управления ОГ КА НСЭН.

Анализ недостатков существующего процесса разрешения конфликтных ситуаций с учётом возможных последствий позволяет выделить основные проблемные вопросы: обеспечение обоснованности и оперативности принятия решений по разрешению конфликтных ситуаций.

Обоснованность решений предлагается оценивать качеством экспертной группы, выполняющей подготовку согласованных данных для принятия решений, и качеством

решений, реализуемых в виде утверждённых ПЗС. Качество экспертной группы определяется обеспечением её достаточным количеством (не менее семи [16]) квалифицированных специалистов с требуемой степенью согласованности суждений каждого эксперта и мнений группы экспертов, позволяющим обеспечить минимально необходимое значение доверительной вероятности результатов экспертных оценок. Степень согласованности суждений каждого эксперта предлагается оценивать значением коэффициента относительной согласованности, равным не более 0,1 [19]. Степень согласованности мнений экспертной группы предлагается оценивать значением коэффициента ранговой корреляции Кендалла, равным не менее 0,9 [20]. Качество решений (ПЗС) определяется степенью удовлетворения потребностей ЦУП по управлению КА, отражаемых в их запросах на проведение сеансов связи. Поскольку перенос реализации конфликтующих запросов на другое время (средство) приводит к переносу выполнения (невыполнению в заданное в запросе время) заложенных в запросе операций и может привести к ущербу для управления КА (нарушение ТЦУ, дезорганизация управления КА или ОГ КА, потеря управления КА, потеря КА), то качество ПЗС целесообразно оценивать величиной возможного ущерба, которую необходимо минимизировать. Данный критерий разрешения конфликтных ситуаций по задействованию НСУ был предложен ещё в начале создания НАКУ народно-хозяйственного назначения, впоследствии НАКУ КА НСЭН и измерений. Однако определить размер данного ущерба в физических величинах не представляется возможным из-за отсутствия математических зависимостей размеров возможного

ущерба от характеристик факторов, влияющих на разрешение конфликтных ситуаций. К тому же предусмотреть все возможные сочетания факторов, влияющих на разрешение возможных конфликтных ситуаций, тем более при отсутствии их установленного перечня, практически невозможно.

В процессе принятия решения о выборе для реализации в запланированное время и переносе реализации конфликтующих запросов происходит сравнение важности одних запросов относительно других, т.е. используется относительная оценка их важности. Данную оценку важности (приоритетов) запросов с точки зрения возможного ущерба можно провести на основании относительной важности факторов, характеризующих запрос и влияющих на разрешение конфликтных ситуаций, используя метод экспертного опроса для оценки важности факторов и метод анализа иерархий [21] для определения приоритетов запросов по оценкам важности факторов.

Повышение качества ПЗС обеспечивается также возможностью заблаговременной (до возникновения конфликтной ситуации) подготовки состава, оценок важности и взаимосвязей факторов, определяющих структуру [16] и качество исходных данных, влияющих на приоритеты запросов, что позволит значительно снизить трудозатраты и время на разрешение конфликтных ситуаций.

Оперативность разрешения конфликтных ситуаций определяется, в основном, временем подготовки и принятия решений, которое должно удовлетворять заданным требованиям при оперативном планировании и перепланировании при текущем планировании. Возможности сокращения данного времени непосредственно связаны с

возможностями автоматизации процесса подготовки решений, обеспечивающими снижение влияния человеческого фактора и повышение обоснованности принимаемых решений и, как следствие, сокращение времени принятия решения. Автоматизация процесса подготовки решений базируется на формализации подготовки исходных данных [16] и расчёта значений приоритетов запросов, а также автоматизированной разработки и коррекции ПЗС с учётом приоритетов запросов, что позволит не только повысить оперативность подготовки и принятия решений, но и обоснованность управленческих решений, обеспечивающие достижение общей цели автоматизации управления – повышение эффективности использования объекта управления [4].

Поскольку предложенные показатели и критерии оценки качества экспертных групп и решений, автоматизации процесса подготовки решений определяют обоснованность и оперативность принятия решений по разрешению конфликтных ситуаций, то целесообразно их принять в качестве показателей (P) и критериев ( $K_9$ ) эффективности разрешения конфликтных ситуаций:

$$P = \{E, OC, W, U, T_{kc}\} \quad (2)$$

$$OC = \{oc_{e,m}\} \quad (3)$$

$$W = \{w_m\} \quad (4)$$

$$U = \{u_z\} \quad (5)$$

$$u_z = f_1(F_z) \quad (6)$$

$$F_z = \{f_{i,z}\} \quad (7)$$

$$T_{kc} = f_2(N_{kc}, F_z) \quad (8)$$

$$K_9 = \{E \geq 7, oc_{e,m} \leq 0,1, w_m \geq 0,9, U \rightarrow \min, T_{kc} \leq T_{доп}\} \quad (9)$$

где  $E$  – количество экспертов в группе;

$oc_{e,m}$  – отношение согласованности эксперта номер  $e$  для матрицы сравнений номер  $m$ ,  $m = \overline{1, M}$  ;

$M$  – количество матриц сравнений;

$w_m$  – значение коэффициента ранговой корреляции Кендалла для матрицы сравнений номер  $m$ ;

$u_z$  – ущерб от переноса реализации запроса номер  $z$ ;

$f_{i,z}$  – фактор номер  $i$ , влияющий на приоритет запроса номер  $z$ ;

$T_{kc}$  – время разрешения конфликтных ситуаций (разработки и согласования ПЗС);

$N_{kc}$  – количество конфликтных ситуаций;

$T_{доп}$  – допустимое время разрешения конфликтных ситуаций.

Экспертная оценка показывает, что автоматизация подготовки решений на ныне используемых средствах позволит обеспечить соблюдение требований по оперативности планирования и перепланирования задействования наземных средств управления за счёт сокращения времени подготовки решения по разрешению всех конфликтных ситуаций до 3-х – 5-ти минут, принятия решения – до 1-й – 2-х минут за счёт обеспечения обоснованности решений, при существующих затратах на подготовку и принятие решения по разрешению одной конфликтной ситуации от 10 до 25-ти минут. Дальнейшее повышение оперативности разрешения конфликтных ситуаций, при необходимости, может быть достигнуто за счёт использования более современных

средств автоматизации и совершенствования алгоритмов планирования задействования наземных средств управления.

### **Выводы**

1. Показано, что усложнение процесса планирования задействования наземных средств управления космическими аппаратами связано, в основном, с возникновением конфликтных ситуаций по задействованию наземных средств управления. Определены основные условия возможного возникновения конфликтных ситуаций по задействованию наземных средств управления, определяющим из которых является рост состава орбитальной группировки КА.

2. Определена основная причина возникновения конфликтных ситуаций по задействованию наземных средств управления КА, заключающаяся в недостаточности ресурсов средств управления для управления КА по зонам радиовидимости. При отсутствии возможности увеличения этих ресурсов из-за высоких финансовых затрат рациональным является совершенствование технологий задействования имеющихся средств управления.

3. В рамках совершенствования технологий задействования существующих средств управления выделены основные проблемные вопросы: необходимость обеспечения обоснованности и оперативности принятия решений по разрешению конфликтных ситуаций.

4. Отмечена важность решения проблемных вопросов, заключающаяся в том, что отсутствие, а также принятие несвоевременных и/или необоснованных решений могут привести к ущербу вплоть до потери космического аппарата.

5. Предложены способы решения основных проблемных вопросов по разрешению конфликтных ситуаций:

а) в части обеспечения обоснованности решений:

– обеспечение требуемого качества экспертной группы, осуществляющей заблаговременную подготовку экспертных данных для разрешения конфликтных ситуаций (достаточное количество экспертов, согласованность суждений каждого эксперта и мнений группы экспертов);

– обеспечение требуемого качества решений (ПЗС):

использование в качестве основы системы предпочтений численных значений приоритетов запросов, отражающих относительную важность запросов с точки зрения возможного ущерба для управления КА при переносе времени реализации конфликтующих запросов;

комплексный учёт факторов, влияющих на разрешение КС, при расчёте значений приоритетов;

обслуживание в первую очередь запросов на проведение сеансов связи с наибольшими приоритетами, обеспечивающее минимальную величину возможного ущерба;

б) в части обеспечения оперативности принятия решений:

– автоматизация процесса подготовки решений на основе формальных моделей подготовки исходных данных и расчёта значений приоритетов запросов;

– автоматизированное планирование задействования наземных средств управления КА с учётом приоритетов запросов.

Определены параметры и критерии эффективности разрешения конфликтных ситуаций по задействованию НСУ.

6. Реализация предложенных способов позволит эффективно (с точки зрения выбранных критериев) разрешать возникающие конфликтные ситуации по задействованию НСУ КА, тем самым повысить эффективность применения НСУ и КА НСЭН, а также создать научно-методический задел для нормативно-правового обоснования разрешения конфликтных ситуаций по задействованию НСУ КА.

### **Библиографический список**

1. Основные положения Основ государственной политики Российской Федерации в области космической деятельности на период до 2030 года и дальнейшую перспективу (утверждены Президентом РФ от 19 апреля 2013 г. N Пр-906).

[URL:https://legalacts.ru/doc/osnovnye-polozenija-osnov-gosudarstvennoi-politiki-rossiiskoi-federatsii/](https://legalacts.ru/doc/osnovnye-polozenija-osnov-gosudarstvennoi-politiki-rossiiskoi-federatsii/)

2. Матюшин М.М., Соколов Н.Л., Овечко В.М. Методологические подходы к решению проблем управления крупномасштабными группировками космических

аппаратов // Инженерный журнал: наука и инновации. 2016. № 2. URL: <http://engjournal/arise/adb/1463.html>.

3. Золотарёв А.Н., Сохранный Е.П. О центре ситуационного анализа, координации и планирования работы средств наземного автоматизированного комплекса управления космическими аппаратами научного и социально-экономического назначения и измерений // Космонавтика и ракетостроение. 2011. № 1 (62). С. 162 – 171.

4. Анфилатов В.С., Емельянов А.А., Кукушкин А.А. Системный анализ в управлении. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.

5. Дудко А.Н., Кучеров Б.А., Литвиненко А.О., Сохранный Е.П. Метод повышения оперативности планирования задействования средств управления космическими аппаратами научного и социально-экономического назначения // Космонавтика и ракетостроение. 2016. № 1 (86). С. 103 - 109.

6. Максимов А.М., Райкунов Г.Г., Шучев В.Г. Научно-технические проблемы развития наземного автоматизированного комплекса управления космическими аппаратами научного и социально-экономического назначения // Космонавтика и ракетостроение. 2011. № 4 (65). С. 5 - 12.

7. Лазарев А.А. Алгоритмы в теории расписаний, основанные на необходимых условиях оптимальности. Исследования по прикладной математике. - Казань: Изд-во Казанского государственного университета, 1984. № 10. С. 102 - 110.

8. Гурин Л.С., Дымарский Я.С., Меркулов А.Д. Задачи и методы оптимального распределения ресурсов. – М.: Советское радио, 1968. – 463 с.
9. Кофман А., Крюон Р. Массовое обслуживание. Теория и приложение. - М.: Мир, 1965. – 302 с.
10. Дудко А.Н., Кучеров Б.А., Литвиненко А.О., Сохранный Е.П. Метод планирования бесконфликтного задействования наземных технических средств при обеспечении управления группировкой космических аппаратов // Космонавтика и ракетостроение. 2014. № 1 (74). С. 155 - 163.
11. Литвиненко А.О. Программный комплекс автоматизированного планирования задействования средств наземного автоматизированного комплекса управления // Труды МАИ. 2016. № 86. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=67829>
12. Колпин М.А., Проценко П.А., Слащев А.В. Методика оценивания эффективности функционирования наземного автоматизированного комплекса управления космическими аппаратами // Труды МАИ. 2017. № 92. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=77144>
13. Парк Дзин-Соо. Способ назначения приоритетов запросам на переключение канала в системе подвижной связи. Патент RU 2175464 С1. Бюлл. № 30, 27.10.2001.
14. Саммур Мохаммед, Терри Стефен Э., Ван Цзинь, Олвера-Эрнандес Юлизис. Способ и устройство для назначения приоритетов логическим каналам. Патент RU 2476026 С2. Бюлл. № 5, 20.02.2013.

15. Зайцев О.В. Система и способ адаптивной приоритизации объектов антивирусной проверки. Патент RU 2491611 С2. Бюлл. № 24, 27.08.2013.
16. Шичков А.В., Владимирцев А.В., Марцынковский О.А. и др. Менеджмент качества на современном предприятии. - СПб.: Ассоциации по сертификации «Русский Регистр», 2003. – 422 с.
17. Вороновский В.В., Дудко А.Н., Матюшин М.М., Сохранный Е.П., Усиков С.Б., Сохранная А.Е. Задача назначения приоритетов запросов на проведение сеансов связи с космическими аппаратами научного и социально-экономического назначения. Формирование иерархической структуры исходных данных // Космонавтика и ракетостроение. 2018. № 1 (100). С. 89 – 99.
18. Вороновский В.В., Дудко А.Н., Кулик М.С. и др. Способ назначения приоритетов запросам на проведение сеансов связи с космическими аппаратами научного и социально-экономического назначения. Патент RU 2659773 С1. Бюлл. № 19, 03.07.2018.
19. Кацман В.Е., Косорукова И.В., Родин А.Ю., Харитонов С.В. Основы оценочной деятельности. - М.: Синергия, 2012. - 336 с.
20. Марголин Е.М. Методика обработки данных экспертного опроса // Полиграфия. 2006. № 5. С. 14 - 16.
21. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. - М: Радио и связь, 1993. – 320 с.