

**УДК 528.88**

**Анализ бизнес-процессов наземного комплекса управления полезной нагрузкой космического аппарата дистанционного зондирования Земли.**

**Прокофьев Г.М.<sup>1</sup>**

**Научный руководитель – старший преподаватель ВШУКС Олейников В.С.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>СпбПУ им. Петра Великого

gr.simvo@gmail.com

### **Введение**

Широкое применение в различных областях человеческой деятельности находит информация, получаемая с помощью космических аппаратов дистанционного зондирования Земли (далее – КА ДЗЗ). Источником информации в КА ДЗЗ является бортовой комплекс, включающий приборы для съёмки поверхности Земли. Получаемая информация используется в задачах мониторинга природных ресурсов, экологического контроля, картографии, сельского хозяйства и оборонно-стратегического анализа.

Эффективность функционирования космического аппарата ДЗЗ определяется не только характеристиками бортового комплекса, но и качеством наземной инфраструктуры управления. Наземный комплекс планирования и обработки информации (далее – НКПИ), обеспечивает планирование применения бортового комплекса КА ДЗЗ, прием информации, формируемой приборами из состава бортового комплекса, и о его техническом состоянии, обработку информации и хранение информации и результатов ее обработки.

В настоящее время при планировании применения бортового комплекса КА ДЗЗ применяется разнородное ПО с низкой степенью интеграции, что значительно осложняет процесс планирования и предоставления результатов обработки потребителям информации.

### **Основная часть**

Для оптимизации существующих процессов планирования целесообразно использовать программное обеспечение, обеспечивающее интеграцию функций анализа заявок, планирования съёмки, формирования управляющей информации и контроля выполнения задач в единой среде. В отличие от традиционного подхода, основанного на использовании разрозненных инструментов, разрабатываемое специальное программное обеспечение позволяет осуществлять работу над полезной нагрузкой в одной информационной среде.

Основными бизнес-процессами при планировании применения бортового комплекса КА ДЗЗ являются: создание и формирование заявки на применение, занесение заявки в журнал применения, анализ реализуемости заявки, внесение заявки в план применения, создание рабочей программы управления КА ДЗЗ, обработка специальной информации.

Оператор планирования вводит исходные данные для формирования заявки, содержащую характеристики объекта (района) съёмки, координаты, приоритет и требуемое время выполнения заявки, а также требуемое качество радиолокационной съёмки. Объекты съёмки задаются с использованием геоинформационной подложки, что позволяет повысить точность определения зоны наблюдения.

Сформированная заявка автоматически регистрируется в журнале применения, который является ключевым элементом системы. Журнал содержит сведения о сеансах связи, статусах выполнения заявок, результатах анализа реализуемости, времени формирования и передачи полезной нагрузки, а также результат обработки специальной информации. Наличие журнала обеспечивает прозрачность процессов и позволяет отслеживать полный жизненный цикл заявки.

Анализ реализуемости заявки осуществляется с использованием данных орбитального движения и характеристик полезной нагрузки и включает: оценку покрытия заданного района полосой обзора КА, оценку соответствия требуемого качества съёмки возможностями аппаратуры, оценку сроков получения и передачи результата потребителю.

При подтверждении реализуемости оператор формирует план применения изделия и соответствующую рабочую программу управления. Информация передается в контур управления КА ДЗЗ, после чего осуществляется контроль выполнения съёмки и приёма данных.

Полученная специальная информация проходит этап первичной обработки, включающий формирование кадров съёмки, выделение служебной информации и анализ качества полученных материалов. Результаты обработки регистрируются в системе, что позволяет при необходимости оперативно принять решение о повторной передаче или корректировке параметров съёмки.

Интеграция всех этапов – от регистрации заявки до получения конечного результата – в рамках единого программного решения обеспечивает оператору возможность оперативного анализа влияния новых заявок на текущий план применения КА ДЗЗ, выявление ресурсных конфликтов и принятия решений о перераспределении задач. Тем самым сокращается время принятия решений и увеличивается эффективность использования ресурса полезной нагрузки КА ДЗЗ.

### **Заключение**

Внедрение специального программного обеспечения позволяет провести сравнительный анализ временных и ресурсных характеристик процессов планирования до и после интеграции функций в единую систему. Ожидается, что использование единого журнала планирования и автоматизированного анализа реализуемости обеспечит сокращение времени первичного анализа на 30-40% за счёт исключения обращения к разрозненным источникам информации, снижение количества итераций согласования заявок на 20-25% благодаря централизованной фиксации параметров и статусов выполнения, а также уменьшение вероятности ресурсных конфликтов до 15-20% вследствие автоматизированной проверки ограничений. Кроме того, предполагается сокращение среднего времени перепланирования при поступлении срочной заявки на 40-50%, повышение коэффициента целевого использования полезной нагрузки на 5-10% за счёт более плотного распределения съёмочных интервалов и уменьшение общего цикла «заявка – результат» в среднем на 20-30%, что в совокупности повышает эффективность функционирования наземного комплекса управления полезной нагрузкой КА ДЗЗ.

### **Литература**

1. Слепченко Е.А., Рагозин А.Н., Гончаров Р.А., Сулаймонов В.М., Гаврилюк Д.С. Проблемы организации наземного комплекса управления при реализации космических проектов дистанционного зондирования Земли // Теория и практика современной науки. – 2019. - №1 (43). С. 1 - 12
2. Бузуев К.В. Определение оптимальных планов наблюдения КА ДЗЗ с помощью графа // Вестник Самарского университета. – 2013. – Т.12, №1 С. 63 – 72
3. Груздов В.В., Колковский Ю.В., Криштопов А.В., Кудря А.И. Новые технологии дистанционного зондирования Земли из космоса // Москва: ТЕХНОСФЕРА. – 2018. – С. 236 – 286
4. Старков А.В., Емельянов А.А., Гришанцева Л.А., Жуковская К.И., Морозов А.А., Тришин А.А., Методология управления потоками целевой информации в космической системе дистанционного зондирования Земли. Часть 1. Формализация задачи // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. – 2021. – С. 1 - 11
5. Старков А.В., Емельянов А.А., Гришанцева Л.А., Жуковская К.И., Морозов А.А., Тришин А.А., Методология управления потоками целевой информации в космической системе дистанционного зондирования Земли. Часть 2. Формирование системы взаимосвязанных математических моделей // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. – 2021. – С. 1 - 14
6. Qamar A., Salah E.E., Badran K.M., Elnashar G.A. Mission planning and scheduling for Earth observation space system. Int. J. System of Systems Engineering, 2020
7. CCSDS Mission planning and Scheduling Guide, 2018