

## МОДЕЛЬ МИНИМИЗАЦИИ РИСКОВ ТЕМПОРАЛЬНОЙ РАССОГЛАСОВАННОСТИ И РЕСУРСНЫХ ИНТЕРФЕРЕНЦИЙ НА ОСНОВЕ ПАРАЛЛЕЛИЗМА ЗАДАЧ ПРОЕКТА

Заявка № 1685126

На практике в проектах разработки малых космических аппаратов срывы критического пути чаще обусловлены не единичной грубой ошибкой, а эффектом накопления потерь двух родов. Во-первых, это временная рассинхронизация. Зависимая задача начинается, опираясь на предварительные данные, которые позже меняются, вынуждая команду возвращаться к переделке уже выполненного этапа. Во-вторых, возникают конфликты за ресурсы. Несколько задач могут одновременно требовать доступа к ограниченному оборудованию или специалистам: будь то камера термовакуумных испытаний, группа системной интеграции, стенд для ЭМС-тестов или сроки поставки долгоидущих комплектующих.

В методологии NASA подобные риски регулируются через поэтапную модель зрелости проекта. Ключевыми инструментами здесь выступают обязательные контрольные точки и принцип связанного планирования бюджета и календарного графика [1], [2]. В случае с кубсатами ситуация осложняется спецификой формата. Несмотря на малые габариты, стоимость повторных тестов остаётся высокой. Кроме того, сжатые сроки разработки делают проект крайне уязвимым к любым изменениям интерфейсов на поздних стадиях [7], [13].

Предлагаемая модель развивает идею цифрового двойника проекта: структура работ, календарь, ресурсы, риски, матрица верификации и бюджет рассматриваются как единая управленческая система, а не как набор несвязанных таблиц. В таком контуре параллелизм работ трактуется не как административное «ускорение любой ценой», а как управляемая переменная, имеющая одновременно выигрыш по сроку и штраф по переработке. Такой подход согласуется с результатами DSM- и overlap-моделирования, где показано, что перекрытие задач уменьшает длительность, но увеличивает риск rework, если не заданы правила допустимой глубины опережения и критерии заморозки интерфейсов [4], [5].

Для многопроектной среды формулировка естественно расширяется до ресурсно-ограниченного многопроектного расписания, где критична уже не локальная оптимальность одного графика, а глобальная синхронизация портфеля [6]. Формально проект задаётся ориентированным графом  $G = (V, A)$ , где  $V$  — множество работ, а  $A$  — зависимости предшествования. Для каждой дуги  $(i, j) \in A$  вводится коэффициент перекрытия  $x_{ij} \in [0, 1]$ , задающий долю работы  $j$ , допустимую к запуску до полного стабилизированного завершения работы  $i$ . Тогда ожидаемый риск темпоральной рассогласованности может быть записан как  $R_\tau = \sum_{(i,j) \in A} x_{ij} \mathbb{P}(F_i > S_j) K_{ij}$ ,  $F_i$  — случайный момент фактической готовности результата работы  $i$ ,  $S_j$  — момент, когда работа  $j$  начинает критически зависеть от устойчивого входа, а  $K_{ij}$  — стоимостной коэффициент последствий рассогласования. Ресурсные интерференции описываются через очередь к дефицитным ресурсам  $r \in R_c$ . Используя закон Литтла, среднее ожидание на ресурсе записывается как  $W_{q,r} = L_{q,r} / \lambda_r$ , где  $L_{q,r}$  — средняя длина очереди, а  $\lambda_r$  — интенсивность поступления заявок [3]. Тогда суммарная календарная потеря на критических ресурсах равна

$$T_q = \sum_{r \in R_c} \frac{L_{q,r}}{\lambda_r}.$$

Стоимость переработок при перекрытии работ определяется выражением

$$\mathbb{E}[C_{rw}] = \sum_{(i,j) \in A} x_{ij} p_{ij} \alpha_{ij} C_j,$$

где  $p_{ij}$  — вероятность запуска переработки,  $\alpha_{ij}$  — доля повторно выполняемой работы  $j$ , а  $C_j$  — её стоимость. Целевая функция модели принимает вид

$$\min J = C_{\text{fix}} + c_t \mathbb{E}[T] + \mathbb{E}[C_{rw}] + C_{IT},$$

где  $C_{\text{fix}}$  — прямые фиксированные затраты на изделие и обязательные испытания,  $c_t$  — календарно-зависимый burn rate проекта в месяц,  $\mathbb{E}[T]$  — ожидаемая длительность проекта, а  $C_{IT}$  — стоимость цифрового контура управления проектом. Чтобы календарное ускорение не подменяло надёжность, решение проверяется ограничением совместной бюджетно-календарной реализуемости  $JCL(B, D) = \mathbb{P}\{C \leq B, T \leq D\} \geq \eta$ , что соответствует логике NASA Joint Cost and Schedule Confidence Level [2], [8]. Расчётный пример показывает, как именно модель переводится в экономические решения. Рассмотрим частную компанию, создающую платформенный малый КА с высокой долей повторного использования bus-решений. Текущий проект идёт по календарю 36 месяцев. Декомпозиция исходного срока имеет вид

$$36 = 12 + 8 + 5 + 7 + 4,$$

где 12 месяцев — технологически необходимый минимум зрелого платформенного цикла, 8 месяцев — потери из-за искусственно последовательного выполнения работ, которые допускают частичное перекрытие, 5 месяцев — потери на очередях к редким ресурсам, 7 месяцев — задержки из-за поздних интерфейсных конфликтов и повторных испытаний, 4 месяца — несинхронизированные закупочные и согласовательные циклы. Внедрение цифрового контура класса АДАМАНТ как интегратора WBS, графа зависимостей, ресурсного календаря и статусов интерфейсов позволяет снять именно организационную часть потерь, а не «ускорять физику изделия» [14]. Для трёх критических ресурсов примем следующие значения. До внедрения: для системной интеграции  $L_{q,1} = 2,0$  задачи при  $\lambda_1 = 0,25$  задачи в неделю, для тепловакуумного контура  $L_{q,2} = 1,6$  при  $\lambda_2 = 0,20$ , для ЭМС-испытаний  $L_{q,3} = 1,2$  при  $\lambda_3 = 0,24$ . Тогда

$$T_q^{(0)} = \frac{2,0}{0,25} + \frac{1,6}{0,20} + \frac{1,2}{0,24} = 8 + 8 + 5 = 21 \text{ неделя} \approx 5 \text{ мес.}$$

После диспетчеризации портфеля и резервирования окон испытаний получаем  $L_{q,1} = 0,7$ ,  $L_{q,2} = 0,8$ ,  $L_{q,3} = 0,5$  при тех же интенсивностях. Тогда

$$T_q^{(1)} = \frac{0,7}{0,25} + \frac{0,8}{0,20} + \frac{0,5}{0,24} \approx 2,8 + 4 + 2,1 = 8,9 \text{ недели} \approx 2 \text{ мес.}$$

и только за счёт устранения ресурсных интерференций проект выигрывает около трёх месяцев календаря. Параллельно уменьшается стоимость переработок. Рассмотрим три критические пары работ: стабилизация интерфейса полезной нагрузки → трассировка и жгутование, выпуск тепловой модели → подготовка ТВАК, заморозка конфигурации ПО борта → системная интеграция. До внедрения контролируемого overlap ожидаемая стоимость переработок составляла

$$\mathbb{E}[C_{rw}^{(0)}] = 42 \cdot 0,35 \cdot 0,30 + 36 \cdot 0,28 \cdot 0,25 + 24 \cdot 0,40 \cdot 0,20 \approx 8,9 \text{ млн руб.},$$

где множители отражают стоимость downstream-работы, вероятность переработки и долю переделки соответственно. После перехода к gated overlap, когда каждая опережающая работа запускается только по стабилизированной части входа, получаем

$$\mathbb{E}[C_{\text{rw}}^{(1)}] = 42 \cdot 0,15 \cdot 0,15 + 36 \cdot 0,12 \cdot 0,15 + 24 \cdot 0,18 \cdot 0,10 \approx 2,0 \text{ млн руб.}$$

Прямое снижение ожидаемой стоимости переработок равно примерно 6,9 млн руб., но ещё важнее календарный эффект: поздние интерфейсные конфликты перестают многократно переносить испытательные окна и смещать критический путь. В совокупности это позволяет сократить блок «поздние переделки и повторные испытания» с 7 до 2 месяцев, а блок «искусственная последовательность» — с 8 до 1 месяца. Тогда расчётный срок проекта становится равным

$$T_1 = 12 + 1 + 2 + 2 + 1 = 18 \text{ мес.}$$

в консервативном сценарии. Для зрелой платформенной компании с заранее зарезервированной испытательной инфраструктурой и повторно используемой полезной нагрузкой предельный сценарий даёт

$$T_{\text{min}} = 12 \text{ мес.},$$

то есть переход от трёхлетнего цикла к годовому горизонту достигим не как универсальное обещание, а как верхняя граница организационно зрелого процесса. Экономический эффект модели можно выразить через сравнение полной стоимости до и после внедрения. Пусть в исходном режиме фиксированная часть затрат составляет  $C_{\text{fix}}^{(0)} = 170$  млн руб., месячный burn rate равен  $c_t^{(0)} = 7,2$  млн руб./мес., а прямые переработки и повторные испытания добавляют ещё 26 млн руб. Тогда

$$C_0 = 170 + 7,2 \cdot 36 + 26 = 455,2 \text{ млн руб.}$$

После внедрения цифрового контура и контролируемого параллелизма часть фиксированных расходов незначительно возрастает из-за ранней подготовки интеграции и сопровождения системы:  $C_{\text{fix}}^{(1)} = 174$  млн руб.,  $C_{\text{IT}} = 14$  млн руб. В более интенсивном режиме возрастает месячный burn rate до  $c_t^{(1)} = 9,0$  млн руб./мес., но проект завершается за 12 месяцев, а стоимость переработок снижается до 9 млн руб. Тогда

$$C_1 = 174 + 9,0 \cdot 12 + 9 + 14 = 305 \text{ млн руб.}$$

Абсолютная экономия равна

$$\Delta C = C_0 - C_1 = 150,2 \text{ млн руб.},$$

а относительная — около 33%. Даже если использовать более жёсткий сценарий с горизонтом 18 месяцев, получаем

$$C_{18} = 174 + 8,6 \cdot 18 + 11 + 14 = 353,8 \text{ млн руб.},$$

что всё равно означает экономию порядка 22%. Следовательно, главный экономический результат даёт не «удешевление железа», а сокращение календарно-зависимых затрат и снижение цены организационного трения. Этот вывод согласуется и с открытыми данными по CubeSat-миссиям: стоимость CAPSTONE, MarCO и HaloSat различается на порядки в зависимости от зрелости архитектуры, глубины новизны и состава включённых услуг [9]–[12]. Тем самым модель минимизации рисков темпоральной рассогласованности и ресурсных интерференций показывает, что для частной космической компании годовой цикл проекта возможен только при одновременном выполнении четырёх условий: зрелая платформенная база, цифровая синхронизация зависимостей и ресурсов, управляемый параллелизм с ограничением глубины overlap и раннее резервирование редких

испытательных активов. В практическом смысле система класса АДАМАНТ должна не просто визуализировать график, а обнаруживать узлы будущих очередей, пересчитывать стоимость перекрытия работ и обновлять прогноз срока и бюджета по мере достижения инженерных вех.

Традиционно страховые премии для малых космических аппаратов остаются высокими [15]. Основная причина — нестабильность графиков сборки и испытаний. Страховым компаниям сложно применить актуарные методы: вероятность срыва миссии часто зависит от скрытых организационных факторов, которые трудно отследить. Внедрение модели контролируемого параллелизма меняет подход к этой неопределенности. Цифровой контур обеспечивает прозрачность данных. Появляются метрики глубины overlap и загрузки критических ресурсов. Это позволяет перевести оценку рисков из качественной плоскости в количественную. Для страхового рынка открывается путь к динамическим тарифам. Размер взноса начинает коррелировать с подтвержденным уровнем зрелости проекта и показателем Joint Cost and Schedule Confidence Level. По сути, снижение организационного трения работает не только на внутреннюю экономию. Оно становится инструментом уменьшения внешней финансовой нагрузки. В итоге инженерный менеджмент интегрируется в систему финансовой защиты миссии. Таким образом, управление рисками трансформируется из чистой статьи расходов в актив, определяющий доступность страховых услуг для частных космических миссий.

#### Источники и литература

- 1) NASA. Project Lifecycle Reviews [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2024/12/project-lifecycle-reviews-2024-fnl-11272024.pdf> (дата обращения: 09.03.2026).
- 2) NASA.NPR7120.5F.NASASpaceFlightProgramandProjectManagementRequirements [Электронный ресурс]. – URL: <https://nodis3.gsfc.nasa.gov/displayDir.cfm?c=7120&s=5E&t=NPR> (дата обращения: 09.03.2026).
- 3) Little J. D. C. A Proof for the Queuing Formula:  $L = \lambda W$  [Электронный ресурс]. – URL: <https://pubsonline.informs.org/doi/10.1287/opre.9.3.383> (дата обращения: 09.03.2026).
- 4) Cho S. H., Eppinger S. D. A Simulation-Based Process Model for Managing Complex Design Projects [Электронный ресурс]. – URL: [https://stuff.mit.edu/people/eppinger/pdf/Cho\\_IEEE\\_2005.pdf](https://stuff.mit.edu/people/eppinger/pdf/Cho_IEEE_2005.pdf) (дата обращения: 09.03.2026).
- 5) Yang Q., Zhang X., Yao T. An Overlapping-Based Process Model for Managing Schedule and Cost Risk in Product Development [Электронный ресурс]. – URL: <https://pure.psu.edu/en/publications/an-overlapping-based-process-model-for-managing-schedule> (дата обращения: 09.03.2026).
- 6) Gómez Sánchez M., Lalla-Ruiz E., Fernández Gil A., Castro C., Voß S. Resource Constrained Multi-Project Scheduling Problem: A Survey [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221722007639> (дата обращения: 09.03.2026).
- 7) NASA.CubeSat101:BasicConceptsandProcessesforFirst-TimeCubeSatDevelopers [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2017/03/nasa\\_csli\\_cubesat\\_101\\_508.pdf?emrc=05d3e2](https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2017/03/nasa_csli_cubesat_101_508.pdf?emrc=05d3e2) (дата обращения: 09.03.2026).
- 8) Eftekharzadeh S., Brown N. F., Sabol J. R., Puyana M. E., Vu A. M., Macrina A. P. Aerospace CubeSat Cost Estimating Tool (ACCET) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2023/06/46-accet-aerospace-presentation-20.pdf> (дата обращения: 09.03.2026).

- 9) NASA. NASA Funds CubeSat Pathfinder Mission to Unique Lunar Orbit [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nasa.gov/news-release/nasa-funds-cubesat-pathfinder> (дата обращения: 09.03.2026).
- 10) NASA. NASA Awards Contract to Launch CubeSat to Moon from Virginia [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nasa.gov/news-release/nasa-awards-contract-to-launch> (дата обращения: 09.03.2026).
- 11) NASA Jet Propulsion Laboratory. The MarCO Mission Comes to an End [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.jpl.nasa.gov/news/the-marco-mission-comes-to-an-end/> (дата обращения: 09.03.2026).
- 12) NASA Science. CubeSat Platform Enabled an Inexpensive Space Telescope [Электронный ресурс]. – URL: <https://science.nasa.gov/science-research/science-enabling-technology-highlights/cubesat-platform-enables-inexpensive-space-telescope/> (дата обращения: 09.03.2026).
- 13) Prentice E.F., Honoré-Livermore E., Bakken S. et al. Pre-Launch Assembly, Integration, and Testing Strategy of a Hyperspectral Imaging CubeSat, HYPISO-1 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.3390/rs14184584> (дата обращения: 09.03.2026).
- 14) Татарченко Е.А. АДАМАНТ [Электронный ресурс]. – URL: <https://adamant.framer.media/> (дата обращения: 09.03.2026).
- 15) SpaceNews. Third Party Liability and Insurance Innovation in the Smallsat Era [Электронный ресурс]. – URL: <https://interactive.satellitetoday.com/third-party-liability-and-insurance-innovation-in-the-smallsat-era/> (дата обращения: 09.03.2026).

### Иллюстрации

<b>Базовый сценарий</b>				
<b>Критическая пара работ</b>	<b>Стоимость downstream, млн руб.</b>	<b>Вероятность p</b>	<b>Доля переделки</b>	<b>Ожидаемая стоимость, млн руб.</b>
Интерфейс payload → трассировка и жгутование	60	0,4	0,3	7,2
Тепловая модель → подготовка ТВАК	48	0,35	0,3	5,0
Конфигурация ПО борта → системная интеграция	45	0,4	0,25	4,5
Электроинтерфейс bus → сборка и коммутация	50	0,38	0,25	4,8
Закупка long-lead-компонента → повторная стыковка	37	0,3	0,4	4,4
<b>Итого</b>				<b>25,9</b>

<b>После АДАМАНТ (консервативно)</b>				
<b>Критическая пара работ</b>	<b>Стоимость downstream, млн руб.</b>	<b>Вероятность p</b>	<b>Доля переделки</b>	<b>Ожидаемая стоимость, млн руб.</b>
Интерфейс payload → трассировка и жгутование	60	0,26	0,22	3,4
Тепловая модель → подготовка ТВАК	48	0,22	0,22	2,3
Конфигурация ПО борта → системная интеграция	45	0,24	0,17	1,8
Электроинтерфейс bus → сборка и коммутация	50	0,22	0,16	1,8
Закупка long-lead-компонента → повторная стыковка	37	0,2	0,2	1,5
<b>Итого</b>				<b>10,8</b>

<b>После АДАМАНТ (агрессивно)</b>				
<b>Критическая пара работ</b>	<b>Стоимость downstream, млн руб.</b>	<b>Вероятность p</b>	<b>Доля переделки</b>	<b>Ожидаемая стоимость, млн руб.</b>
Интерфейс payload → трассировка и жгутование	60	0,24	0,2	2,9
Тепловая модель → подготовка ТВАК	48	0,2	0,2	1,9
Конфигурация ПО борта → системная интеграция	45	0,22	0,15	1,5
Электроинтерфейс bus → сборка и коммутация	50	0,2	0,15	1,5
Закупка long-lead-компонента → повторная стыковка	37	0,18	0,18	1,2
<b>Итого</b>				<b>9,0</b>

**Итоги по сценариям**

База	25,9
Консервативно	10,8
Агрессивно	9,0

Детализированная модель по архитектуре OreSat0.5: каскад против управляемого параллелизма

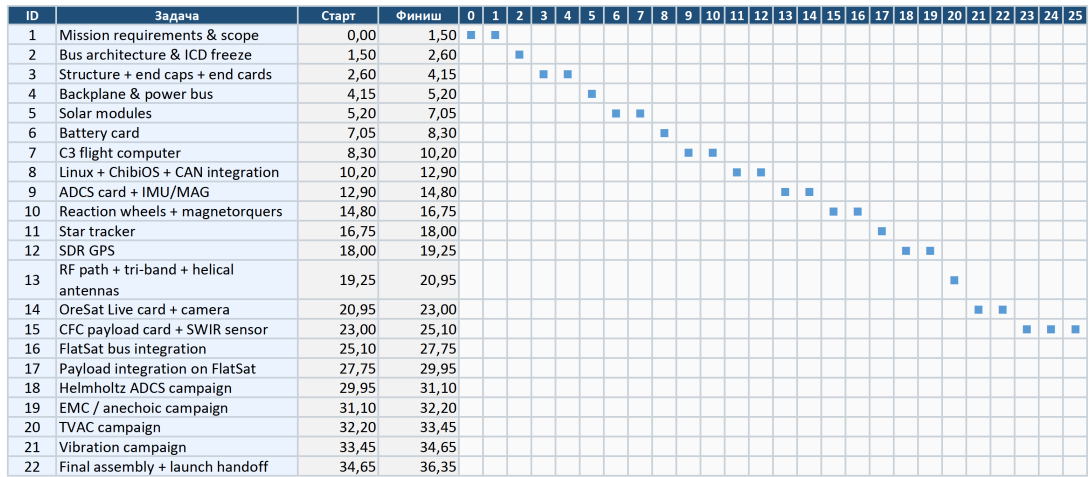
Компонизация задачи попарно на подмодули архитектуры OreSat0.5: 6 solar modules, 6 reaction wheels, C3 flight computer, ADCS card, Star Tracker, SDR GPS, OreSat Live, CFC, в том же решении истинные значения FlatSat/IMC/TVAC/ibw. Минимум только суммарные значения — структура ячеек останется целостной.

ID	Задача	Узел OreSat / компоновка	Кол-во, шт.	Баз. мес.	На кр. мес./шт.	Аппрок. кр. мес.	Ресурсы / шт/мес.	Уг. возм. мес.	Уг. паралл. мес.	Вектор кр. мес.	Вектор паралл. мес.	PreID ID	PreID ID	PreID ID	PreID ID	Start/конец	Finish/конец	Start/конец	Finish/конец	Δ, мес.
1	Mission requirements & scope	2U mission baseline and top-level requirements	1	1,50	0,00	1,50	Нет дефицита ресурса	0,00	0,00	0,00	0,00					0,00	0,00	1,50	0,00	0,00
2	Bus architecture & ICD freeze	Card-edge bus logic and system interfaces	1	1,00	0,00	1,00	Нет дефицита ресурса	0,00	0,00	0,10	0,05	1				0,00	1,50	2,60	1,50	2,55
3	Structure + end caps + end cards	2U frame, end caps and end cards	1	1,50	0,00	1,50	Нет дефицита ресурса	0,00	0,00	0,05	0,02	2				0,30	2,60	4,15	2,25	3,77
4	Backplane & power bus	Data, power and RF backplane	1	1,00	0,00	1,00	Нет дефицита ресурса	0,00	0,00	0,05	0,02	2				0,30	4,15	5,20	2,25	3,27
5	Solar modules	6x solar modules in OreSat0.5 block diagram	6	1,00	0,16	1,80	Нет дефицита ресурса	0,00	0,00	0,05	0,02	4				0,15	5,20	7,05	3,12	4,94
6	Battery card	Battery card 7.2V nominal, 5.2Ah	1	1,20	0,00	1,20	Нет дефицита ресурса	0,00	0,00	0,05	0,02	4				0,15	7,05	8,30	3,12	4,34
7	C3 flight computer	C3 onboard computer / flight computer	1	1,80	0,00	1,80	Нет дефицита ресурса	0,00	0,00	0,10	0,05	4				0,15	8,30	10,20	3,12	4,97
8	Linux + ChibiOS + CAN integration	Linux in space, ChibiOS firmware, CAN bus integration	1	2,20	0,00	2,20	FlatSat + MDC	0,35	0,25	0,15	0,07	7				0,20	10,20	12,90	4,61	7,13
9	ADCS card + IMU/MAG	ADCS card, IMU, magnetometers	1	1,80	0,00	1,80	Нет дефицита ресурса	0,00	0,00	0,10	0,05	2				0,15	12,90	14,80	2,60	4,25
10	Reaction wheels + magnetorquers	4x reaction wheels and 3 magnetorquers	4	1,20	0,20	1,80	Нет дефицита ресурса	0,00	0,00	0,15	0,07	9				0,10	14,80	16,75	4,07	5,94
11	Star tracker	Star tracker card	1	1,20	0,00	1,20	Нет дефицита ресурса	0,00	0,00	0,05	0,02	2				0,10	16,75	18,00	2,45	3,67
12	SDR GPS	SDR GPS card	1	1,20	0,00	1,20	Нет дефицита ресурса	0,00	0,00	0,05	0,02	2				0,10	18,00	19,25	2,45	3,67
13	RF path + tri-band + helical antennas	UHFS band path, turnstile and helical antenna	2	1,10	0,40	1,50	Нет дефицита ресурса	0,00	0,00	0,20	0,08	7	3			0,10	19,25	20,95	4,79	6,17
14	OreSat Live card + camera	OreSat Live payload card and camera system	1	1,80	0,00	1,80	Нет дефицита ресурса	0,00	0,00	0,35	0,10	8	3			0,15	20,95	23,00	6,80	8,70
15	CFC payload card + SWIR sensor	Circus Flux Camera card, SWIR sensor and cooler	1	1,80	0,00	1,80	Нет дефицита ресурса	0,00	0,00	0,30	0,12	8	3			0,15	23,00	25,10	6,80	8,72
16	FlatSat bus integration	FlatSat bus integration on FlatSat + MDC	1	2,00	0,00	2,00	FlatSat + MDC	0,35	0,25	0,30	0,12	8	10	13		0,10	25,10	27,75	6,91	9,28
17	Payload integration on FlatSat	OreSat Live + CFC integration with bus	2	1,00	0,50	1,50	FlatSat + MDC	0,35	0,25	0,35	0,15	16	14	15		0,10	27,75	29,95	9,08	10,98
18	Helmholtz ADCS campaign	Magnetometer / magnetorquer campaign in Helmholtz cage	1	0,80	0,00	0,80	Helmholtz cage	0,25	0,15	0,10	0,05	16	10			0,00	29,95	31,10	9,28	10,28
19	EMC / anechoic campaign	RF and EMC chamber campaign	1	0,80	0,00	0,80	EMC chamber	0,25	0,15	0,05	0,02	17	18			0,00	31,10	32,20	10,98	11,95
20	TVAC campaign	Thermal vacuum chamber campaign	1	0,80	0,00	0,80	TVAC	0,40	0,25	0,05	0,02	19				0,00	32,20	33,45	11,95	13,02
21	Vibration campaign	3-axis vibration test	1	0,80	0,00	0,80	Vibration lab	0,35	0,20	0,05	0,02	20				0,00	33,45	34,65	13,02	14,04
22	Final assembly + launch handoff	Final assembly, FIB, deployer handoff	1	1,50	0,00	1,50	Launch handoff window	0,15	0,10	0,05	0,02	21				0,00	34,65	36,35	14,04	15,66
ИТОГО						31,80		2,45	1,60	2,80	1,11						36,95		15,66	20,69

Рис. : Spreadmart архитектура проекта OreSat0.5

**Gantt: каскадный режим (строго последовательное исполнение)**

Шкала — месяцы проекта. Темная полоска появляется там, где месяц попадает внутрь окна [старт; финиш].



**Gantt: управляемый параллелизм и снижение ресурсных интерференций**

Шкала — месяцы проекта. Темная полоска появляется там, где месяц попадает внутрь окна [старт; финиш].

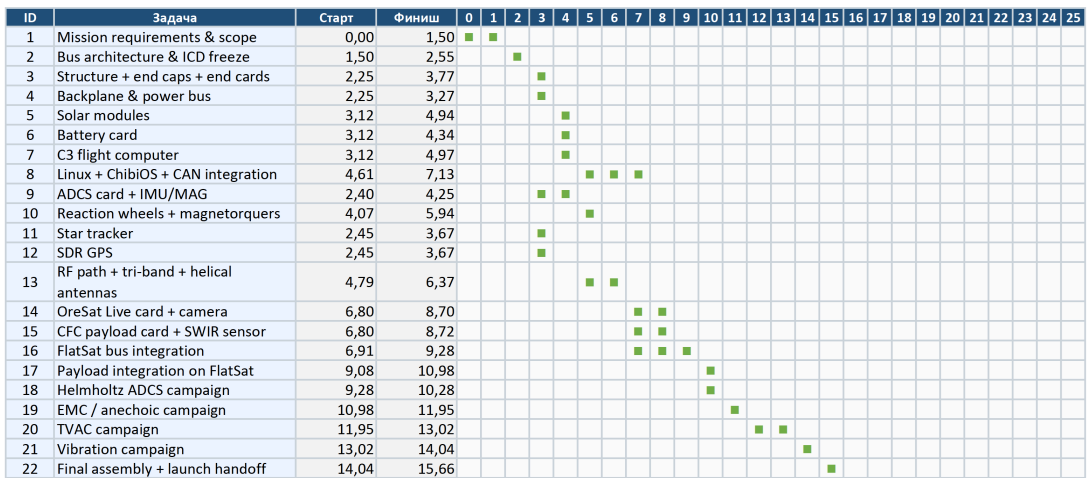


Рис. : Влияние система класса АДАМАНТ на диаграмму Ганта