

Концептуальное проектирование космических систем на основе Lean-принципов

В. Ю. Ключников, *д.т.н., с.н.с., klyushnikovvy@tsniimash.ru*
ФГУП «ЦНИИ машиностроения», Москва, Российская Федерация

А. А. Романов, *д.т.н., профессор, romanov@spacecorp.ru*
АО «Российские космические системы», Москва, Российская Федерация

Аннотация. Сформулированы основные положения методологии концептуального проектирования космических систем и их составных частей на основе Lean-принципов, в соответствии с которыми необходимая целевая эффективность системы должна обеспечиваться при минимальных ресурсных затратах и приемлемом уровне риска неудачной реализации проекта ее создания.

В понятие концептуального проектирования вкладываются два смысла: концептуальное проектирование как заключительная стадия формирования инновационного научно-технического задела и концептуальное проектирование как начальная стадия создания космической системы, на которой принимаются решения, определяющие ее последующий облик.

Показано, что концепция космической Lean-системы тождественна идее идеальной технической системы в теории решения изобретательских задач. В этой связи введены понятия степени идеальности и критерия идеальности системы, позволяющие оценивать результаты Lean-проектирования.

Обобщены и классифицированы возможные концептуальные решения, принимаемые в процессе Lean-проектирования космических аппаратов, ракет-носителей, средств наземного комплекса управления и космической системы в целом. Рассмотрены основные направления программной реализации методов автоматизированной поддержки концептуального Lean-проектирования.

Основные положения методологии концептуального Lean-проектирования космических систем могут быть использованы при разработке отраслевых нормативно-методических документов, а также при создании и развитии новой научно-производственной системы ракетно-космической отрасли.

Ключевые слова: космическая система, космический аппарат, ракета-носитель, степень идеальности, концептуальное проектирование, Lean-проектирование

Conceptual Design of Space Systems Based on Lean Principles

V. Yu. Klyushnikov, *Dr. Sci. (Engineering), Senior Researcher, klyushnikovvy@tsniimash.ru*
Central Research Institute for Machine Building (FGUP TSNIIMASH)

A. A. Romanov, *Dr. Sci. (Engineering), Prof., romanov@spacecorp.ru*
Joint Stock Company "Russian Space Systems", Moscow, Russian Federation

Abstract. The article discusses the main thesis of the methodology of conceptual design of space systems and their components based on Lean principles. Lean principles require providing the necessary target system efficiency with minimum resource costs and an acceptable level of risk.

The conceptual design idea has two aspects: conceptual design as the final stage in the formation of innovative scientific and technical reserve and conceptual design as the initial stage in the creation of a space system at which decisions are made that determine its architecture.

It is shown that the concept of a space Lean system is identical to the idea of an ideal technical system in the theory of solving inventive problems. In this regard, the concepts of the degree of ideality and the ideality criterion of the system are introduced, which allow us to evaluate the results of Lean-design.

Possible conceptual decisions made during the Lean-design of satellites, launch vehicles, ground control complex equipment and the space system as a whole are generalized and classified. The main directions of software implementation of the methods of automated support of conceptual Lean-design are considered.

The main provisions of the methodology of conceptual Lean-design of space systems can be used in the development of industry normative and methodological documents, as well as in the creation and development of a new scientific and production system for the space industry.

Keywords: space system, satellite, launch vehicle, degree of ideality, conceptual design, Lean design