

УДК 658.512

Концептуальное моделирование при оценке надежности технологического процесса общей сборки и испытаний космического аппарата

Макаров Леонид Валентинович^{1(*)}

30makarov@mail.ru

Некрасов Владимир Викторович¹

vvv17@list.ru

Юркевич Евгений Владимирович²

yurkevitch.evgenij@yandex.ru

¹ АО «Корпорация «ВНИИЭМ», Москва, Россия² ИПУ РАН, Москва, Россия

Аннотация. Предложена концепция применения системы поддержки принятия решений при управлении технологическим процессом общей сборки и испытаний космического аппарата, использующая критерий надежности. Сформирована концептуальная модель технологического процесса общей сборки и испытаний. Сформирована модель для оценки надежности технологического процесса общей сборки и испытаний. Описан перенос онтологической модели на языке OWL в среду языка Python.

Ключевые слова: общая сборка, испытания, надежность, онтология, модель, принятие решений

Введение. Технологический процесс общей сборки и испытаний (ТП ОСиИ) космического аппарата (КА) является завершающим в его создании и включает в себя сборочные операции, связанные с установкой и подключением бортовой аппаратуры на КА и операции испытаний, включающие в себя проверки бортовой аппаратуры в составе КА и самого аппарата в целом. В условиях опытного производства нарушается последовательность операций, заданная в маршрутных картах, и технологический процесс представляет собой набор операций, связанных с выполнением и подтверждением требований, предъявляемых техническим заданием (ТЗ) на КА.

Необходимость многократного принятия решений, связанных с формированием последовательности операций, требует создания системы поддержки принятия решений (СППР), алгоритмы которой позволяют свести многообразие факторов присутствующих в ТП ОСиИ к единому критерию — надежности ТП ОСиИ. Под надежностью ТП ОСиИ подразумевается вероятность выполнения и подтверждения требований ТЗ на создание КА в заданный срок, в условиях существующих людских и материальных ресурсов.

Формирование концептуальной модели ТП ОСиИ связано с описанием предметной области, в рамках которой принимаются решения, и является первым этапом создания данной СППР. При этом описание должно быть реализовано в формализмах, позволяющих перенести концептуальную модель на язык программирования без потери информации. При определении надежности ТП ОСиИ необходимо выявление надежности его элементов [1], что

определяет задачу декомпозиции ТП ОСиИ на элементы, для которых можно оценить надежность статистическими методами на основе ретроспективных данных, полученных от производства.

Материалы и методы; результаты. Наиболее распространенным инструментом описания предметных областей являются онтологии [2] на основе семантических сетей. Для работы с такими сетями используется семейство языков RDF и OWL, работа с которыми ведется с помощью редакторов онтологий. В работе были использованы язык OWL2 для формирования концептуальной модели ТП ОСиИ в программной среде Protégé и язык Python, для которого разработана библиотека OwlReady2 [3], позволяющая работать с онтологиями.

В результате были сформированы:

- концептуальная модель ТП ОСиИ;
- модель для оценки надежности, полученная путем выявления элементов и связей, влияющих на надежность технологического процесса.

Заключение. Полученные модели позволяют разрабатывать программные продукты, связанные оптимизацией управления этапом общей сборки и испытаний КА по критерию надежности.

Список источников

- [1] Дружинин Г.В. *Надежность автоматизированных систем*. Москва, Энергия, 1977, 536 с.
- [2] Горшков С.В. *Онтологическое моделирование предприятий: методы и технологии*. Екатеринбург, Изд-во Урал. ун-та, 2019, 236 с.
- [3] Lamy J.B. Owlready: Ontology-oriented programming in Python with automatic classification and high level constructs for biomedical ontologies. *Artificial Intelligence in Medicine*, 2017, vol. 80 (3). <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2017.07.002>