

Пушкарёв О.Д.
кандидат технических наук
заместитель начальника Центра
пилотируемых программ ЛО «ЦНИИмаш»
г. Королёв
Ерохин В.А
инженер АО «ЦНИИмаш»
г. Королёв

ФОРМИРОВАНИЕ ЦИКЛОГРАММ ВНЕКОРАБЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОСМОНАВТОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ЛУНЫ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

PLANNING FOR THE COSMONAUTS' EXTRAVEHICULAR ACTIVITIES CYCLOGRAMS ON THE LUNAR SURFACE USING SIMULATION MODELING

Аннотация. Для формирования циклограммы внекорабельной деятельности необходимо рассчитывать время её выполнения. Для упрощения этого процесса можно использовать имитационное моделирование. На основе данных о математическом ожидании времени выполнения операции, модель позволит рассчитывать длительность выполнения ВКД в режиме реального времени с помощью ЦУП или вычислительных средств скафандра космонавта.

Ключевые слова: внекорабельная деятельность, имитационная модель, сети Петри, статистический анализ, циклограмма.

Abstract. To form a cyclogram of extravehicular activity, it is necessary to calculate the time of its implementation. Simulation modeling can be used to simplify this process. Based on the data on the mathematical expectation of the execution time of operations, the model will allow calculating the duration of the EVA in real time using the MCC or the computing facilities of the astronaut's spacesuit.

Keywords: extravehicular activity, simulation model, Petri nets, statistical analysis, cyclogram.

Внекорабельная деятельность (ВКД) экипажей лунных экспедиций предполагает многочасовую работу космонавтов на поверхности Луны. Выполнение операций по установке и обслуживанию научной аппаратуры, разведке полезных ископаемых на значительном расстоянии от шлюзовых отсеков связано с риском для жизни и здоровья человека в случае возникновения нештатных ситуаций, обусловленных неисправностями скафандра, отказами средств передвижения по поверхности Луны или ухудшением состояния здоровья космонавтов. Циклограмма ВКД - программа работы космонавтов за пределами герметичных отсеков - должна гарантировать возможность возвращения космонавтов в шлюзовую отсек при возникновении любой из расчётных нештатных ситуаций в течение заранее заданного интервала времени, величина которого зависит от вида нештатной ситуации.

Решение поставленной задачи может быть выполнено на основе дискретно-событийного стохастического моделирования, которое предполагает рассмотрение динамического процесса внекорабельной деятельности как последовательности состояний процесса ВКД с описанием вероятностной логики генерирования событий, приводящих в дискретные моменты времени к переходу динамических объектов - образов космонавтов - из одного состояния в другое. К состояниям процесса внекорабельной деятельности можно отнести операции ВКД (выполнение прямого и обратного шлюзования, открытие и закрытие выходного люка, работа с научной аппаратурой, переезды на луноходе и др.), а также нештатные ситуации, связанные с отказами техники и ухудшением состояния здоровья космонавтов. Переход из одного состояния в другое осуществляется при выполнении определённых условий, прежде всего, основанных на планируемых затратах времени на ту или иную операцию. Эффективным математическим аппаратом моделирования случайных дискретных динамических процессов являются цветные стохастические сети Петри.

Циклограммы внекорабельной деятельности космонавтов предлагается формировать с использованием метода имитационного моделирования, под которым понимается проведение численных экспериментов с компьютерной моделью процесса ВКД, разработанной на основе сети Петри

В докладе представлены результаты статистической обработки результатов численных экспериментов с имитационной моделью гипотетической циклограммы внекорабельной деятельности космонавтов на поверхности Луны.