

Ю. Н. Горелов, Л. В. Курганская, В. И. Хименко
(Самара, ИПУСС РАН, Санкт-Петербург, СПбГУАП). **Методы проектирования научной аппаратуры для медико-биологических космических экспериментов.**

Одной из общих проблем в различных областях естествознания и техники является актуальная проблема извлечения информации из экспериментальных данных. Особое значение эта проблема имеет при разработке и проведении космических экспериментов на борту автоматических космических аппаратов (КА) [1]. Первой в ряду важнейших задач, направленных на решение указанной проблемы, является задача определения проектного облика научной аппаратуры (НА) для проведения космических экспериментов (КЭ). Следует отметить, что особые требования предъявляются к ней для КЭ в области космической медицины и биологии, изучающих особенности жизнедеятельности земных организмов в условиях космического полета. При этом основной задачей является изучение влияния на биообъекты факторов космического полета (перегрузки, вибрации, невесомость, полная изоляция в замкнутых герметичных объемах и др.) и, соответственно, космического пространства (вакуум, радиация, напряженность магнитного поля и др.). Среди факторов космического полета практически невозпроизводимым в лабораторных условиях является невесомость, влияние которой на биообъекты весьма многообразно и связано с их неспецифическими адаптационными реакциями. Существенные воздействия на биообъекты могут оказывать и космические излучения.

Очевидно, что результаты любых измерений параметров состояния биообъектов в течение полета КА необходимо регистрировать и предварительно обрабатывать на борту КА, хранить, а затем передавать по телеметрическим каналам на Землю. Получаемая в ходе медико-биологического КЭ информация также может являться средством не только его контроля, но и использоваться при необходимости для управления ходом этого эксперимента, что предъявляет вполне определенные требования к методике и технике проведения таких КЭ на борту автоматических КА. Поэтому то, что в лабораторных условиях при проведении измерений и манипуляциях с биообъектами, как правило, не представляет особых затруднений, в условиях космического полета всегда представляет сложную научную и техническую проблему. Таким образом, отличительной чертой медико-биологических КЭ и соответствующей НА с необходимостью является высокая степень автоматизации, а также широкое применение технических средств радио- и микроэлектроники, вычислительной техники и т.п. Для медико-биологических КЭ, как правило, используется уникальная НА при создании которой необходимо учитывать возможности этих средств, знание механизмов и особенностей протекания различных процессов в биообъектах.

С учетом особенностей проведения медико-биологических КЭ в настоящем докладе затрагиваются важные в части обеспечения их эффективности вопросы проектирования специализированной НА для автоматических КА, ориентированной на

проведение одного КЭ на КА «Фотон-М» № 4 по изучению пролиферативной активности клеточных культур человека в условиях невесомости [2]. В связи с этим рассматривается обобщенная модель информационных процессов, протекающих в такой НА, что необходимо не только для обеспечения высокой информативности планируемого КЭ, но и для определения проектного облика разрабатываемой для его проведения НА, прототипом которой является НА «СИГМА» [3]. С использованием указанной модели оказывается возможным не только формализованное описание протекающих информационных процессов, но и определение основных параметров и характеристик разрабатываемой НА в части построения модели измерений параметров исследуемых биообъектов, в том числе с учетом опыта проведения соответствующего эксперимента на борту КА «Бион-М» № 1 [2].

Рассматривая задачи описания, обработки и анализа данных, получаемых в ходе какого-либо КЭ, следует отметить, что по своему содержанию они во многом эквивалентны задачам описания и исследования случайных функций, так как информационные сигналы и данные, доставляющие информацию о состоянии исследуемого объекта, как и состояния реальных (не идеализированных) систем, могут изменяться случайным образом. Такие задачи принципиально относятся к классу статистических или вероятностных задач, в рамках которых имеется возможность исследовать поведение сложных систем, включая описание протекающих в них информационных процессов, а также находить оптимальные алгоритмы обработки и анализа данных независимо от их физической природы. Обычно в общей проблеме обработки информации в какой-либо предметной области требуется, чтобы она имела свои модели процессов и систем, исходя из круга решаемых задач, свои методы решения этих задач, и, конечно же, свою область приложения практических результатов. Поэтому важен начальный этап исходной «содержательной» постановки решаемой задачи исследования, на котором наиболее полно проявляется специфика и предметной области и, конечно же, решаемой задачи. Обычно все основные процедуры сбора, преобразования и обработки информации существенно зависят от содержания и конкретных условий решаемой задачи. Большое разнообразие практических задач, даже в пределах конкретной предметной области, ведет к разнообразию методов проведения экспериментальных исследований и, соответственно, к разнообразию систем обработки и анализа данных. Тем не менее, основные этапы получения и преобразования информации можно представить в виде обобщенной модели [4], которая показана на рисунке. Опыт применения этой модели позволяет разрабатывать регулярные методы проектирования информационных подсистем НА, предназначенной для проведения медико-биологических КЭ.

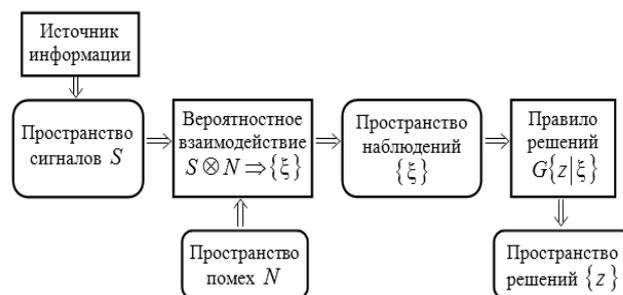


Рис. Структурная модель обработки информационных сигналов

Показанная модель включает в себя модель источника информации (биообъект), операции первичного преобразования, передачи, приема и обработки данных. В случае проведения медико-биологического КЭ источник информации — исследуемый биообъект, текущее состояние которого в общем случае также следует рассматривать как

некоторую случайную функцию. Операция первичного преобразования предназначена для выделения информационных параметров или признаков, характеризующих состояние исследуемого объекта. Она выполняется с помощью датчиков, чувствительных элементов и сенсорных устройств. После преобразования информационные сигналы по каналу передачи поступают в систему обработки и анализа данных. Разнообразные внутренние и внешние случайные воздействия могут оказывать неизбежное влияние на параметры исследуемых процессов, что приводит к построению вероятностных моделей изучаемых систем, процессов и преобразований. Это отражает «содержательную» сторону решаемых задач получения, преобразования и обработки информации. При этом основой являются математические методы, для чего необходим переход от содержательного к формализованному описанию информационных процессов, например, в виде обобщенной формализованной модели обработки информации (рисунок), в которой выделены пространства сигналов S , помех N , наблюдений $\{\xi\}$ и пространство решений $\{z\}$ суть некоторые множества случайных функций, вид которых определяется исследуемыми характеристиками биообъекта и конкретным содержанием решаемых задач. Правило принятия решений $G\{z|\xi\}$ характеризует здесь процедуру выработки решения x по наблюдаемым данным $\{\xi\}$, т. е. определяет алгоритм обработки наблюдений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кирилин А. Н., Аншаков Г. П., Ахметов Р. Н., Сторож А. Д. Космическое аппаратостроение: Научно-технические исследования и практические разработки ГН-ПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс»./ Под ред. А. Н. Кирилина. Самара: ИД «АГНИ», 2011, 280 с.
2. Волова Л. Т., Милякова М. Н., Россинская В. В., Болтовская В. В., Кулагина Л. Н., Пугачев Е. И., Курганская Л. В. Изучение влияния условий космического полета на клеточную популяцию хондробластов человека *in vitro*. — Технологии живых систем, 2013, т. 10, № 8, с. 54–58.
3. Волова Л. Т., Горелов Ю. Н., Кулагина Л. Н., Курганская Л. В., Щербак А. В. О разработке научной аппаратуры «СИГМА» для проведения медико-биологических космических экспериментов. — Системный анализ, управление и навигация: Тезисы докладов (XVIII международная научная конференция; Евпатория, Крым, Украина, 30 июня–07 июля 2013 г.). М.: Изд-во МАИ, 2013, с. 24–25.
4. Хименко В. И. Обработка и анализ экспериментальных данных. СПб.: Изд-во ГУАП, 2013, 320 с.