

Дополнительные вопросы при мониторинге на уровне «владение» помогают выяснить способность творческого применения полученных знаний, т. е. умение курсанта:

- проводить обоснованный сравнительный анализ (оценку) рассматриваемых методов, вариантов;
- решать задачи синтеза;
- использовать изученные методы или математический аппарат для решения новых учебных задач.

Проведенная широкая проверка использования системы дополнительных вопросов, показала, что дополнительные вопросы существенно влияют на оценку знаний, повышая достоверность среднего балла приблизительно в 1,3–1,4 раза, а достоверность крайних оценок (отличных и неудовлетворительных) – приблизительно в 2 раза.

Изложенную выше методику подготовки контрольных вопросов можно широко использовать как для письменного мониторинга, так и при подготовке экзаменационных билетов для устного опроса. Пока же она имеет распространение только при письменном контроле. Мониторинг знаний существенно влияет на дальнейшую профессиональную деятельность курсантов, обеспечивая правдивость выбора решения при обеспечении безопасности деятельности подчиненных, а также технических средств обеспечения служебной деятельности.

УДК 007; 681.3

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

А. В. КЛИМЕНКО

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины

На практике производственные системы (ПС) представляют собой множество взаимосвязанных, входящих в состав технологических операций ( $ТХО_{ij}$ , где  $i, j = \overline{1, N}$ ) микротехнологических операций ( $\{МТХО_{ij}\}$ , где  $i, j = \overline{1, n}$ ), характеристики выполнения и порядок следования которых являются вероятностными. Некоторые из связей между  $МТХО_{ij}$  также могут быть случайными. По этой причине в качестве аппарата описания ПС было предложено использовать вероятностные сетевые графики (ВСГР) и сочетать их с имитационным моделированием с применением процедур метода Монте-Карло, заменяя ВСГР последовательностью обычных сетевых графиков ( $\{СГР_l\}$ , где  $l = \overline{1, N}$ ) с постоянными параметрами микротехнологических операций  $МТХО_{ij}$ , где  $N$  – количество реализаций ВСГР по методу Монте-Карло.

С целью повышения надежности потенциально техногенно опасных производственных систем и обеспечения требуемого уровня безопасности производства возникла необходимость расширения области применения существующих методов управления такими системами, а также разработки новых для производственных систем с изменяющейся в процессе функционирования структурой с использованием возможностей имитации моделируемых объектов. Отсутствие эффективных средств исследования потенциально техногенно опасных производственных систем в данном случае, а также средств разработки систем управления надежностью ПС обусловили новизну предлагаемого подхода и определили актуальность выполнения данной разработки.

Целью данной работы является разработка методики управления ПС для обеспечения следующих возможностей: надежности и безопасности функционирования оборудования с учетом результатов моделирования на основе анализа его надежностных характеристик; достижения максимальной средней производительности системы в единицу времени; снижения рисков возникновения чрезвычайных ситуаций в процессе функционирования ПС на основе использования агрегатно-процессного стандарта имитации; контроля реализаций технологии опасного производства.

Предлагается программно-технологический комплекс для управления надежностью функционирования оборудования в режиме реального времени на основе системы автоматизации моделирования агрегатного типа и специализированной имитационной модели, построенной с учетом особенностей применения имитации при моделировании технологии управления процессом производства, состоящей из следующих асинхронно работающих компонентов: человека-эксперта с низкой скоростью реакции на события (*EXPERT*), происходящие в ПС в процессе его функционирования; относительно медленно функционирующей в режиме реального времени производственной системы; программной системы управления, контроля функционирования оборудования и принятия решений (*SPRESH*), которая должна упреждать аварийные ситуации на основе реализованных алгоритмов, указаний эксперта, результатов предыдущей имитации и анализа операционной обстановки в ПС; имитационной модели ВСГР, которая позволяет прогнозировать развитие технологического процесса при реализации производственного технологического цикла.

При решении задачи повышения надежности функционирования оборудования потенциально техногенно опасных производственных систем для обеспечения требуемого уровня безопасности производства, в данной работе положено сочетание идей метода имитационного моделирования, методики сетевого планирования и процедур метода Монте-Карло на базе создания специализированной имитационной модели для управления надежностью функционирования оборудования.

Данная работа представляет собой реализацию методики обеспечения надежности и безопасности функционирования ПС, а также описание средств управления функционированием оборудования. Практическая значимость полученных результатов состоит в обеспечении возможности непрерывного контроля за ходом развития ПС, своевременном переключении оборудования на резервное, переводе оборудования на профилактику с остановкой производства в целях предупреждения отказов и недопущения аварии в процессе реализации технологического цикла, а также возможности внедрения данной методики и соответствующего программного обеспечения в производство и учебный процесс для подготовки специалистов, работающих в области прикладной математики и системе Министерства по чрезвычайным ситуациям.

УДК 007; 681.3

## УПРАВЛЕНИЕ НАДЕЖНОСТЬЮ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

*А. В. КЛИМЕНКО, В. С. СМОРОДИН*

*Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины*

Неадекватность реальным технологическим процессам производства получаемых с использованием обычного математического аппарата математических моделей обусловила необходимость разработки новых подходов, программных средств автоматизации и технологий их применения в соответствующих областях исследования и проектном моделировании вероятностных производственных систем (ПС). При этом на первый план выдвигается задача стабилизации уровня надежности проектируемой системы в соответствии с заданным критерием качества ее функционирования. В качестве объекта управления рассматриваются производственные системы, которые имеют малую скорость выполнения технологических операций, взаимосвязанных между собой в ходе его реализации. Структура ПС определяется с помощью вероятностного сетевого графика (ВСГР).

Известны аналитические модели производственных систем, представленные в виде сетевых графиков (СГР), которые используются только в тех случаях, когда связи между технологическими операциями и время реализации этих операций являются детерминированными. При этом сетевой график компонуется из двух типов элементов – событий  $SOB_i$  и  $SOB_j$ , где  $i, j = \overline{1, N}$ , и технологических операций ( $TXO_{ij}$ ,  $i, j = \overline{1, N}$ ), связывающих эти события. В некоторых случаях для анализа реализации технологических процессов применяются стохастические сети управления или теория расписаний, но при этом налагается множество ограничений на их использование. В обоих случаях