



УДК 004.94(035.3) +504.03(035.3)

© 2019 г. **С.И. Затик,**

В.А. Острейковский, д-р техн. наук
(Сургутский государственный университет),

О.С. Затик, канд. техн. наук,

Т.В. Ганджа, д-р техн. наук

(Томский государственный университет систем управления
и радиоэлектроники)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПЛАНИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ НА ОСНОВЕ МНОГОУРОВНЕВОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ

Описывается схема многоуровневой компьютерной модели технической системы. Модель системы представлена в формате компонентных цепей. Она позволяет решить задачу по формированию графика планово-предупредительных работ для снижения уровня техногенных рисков.

Ключевые слова: многоуровневая компьютерная модель, метод компонентных цепей, математическое моделирование, техногенные риски.

DOI: 10.22250/isu.2019.61.88-100

Введение

Планирование технического обслуживания и ремонта оборудования (ТОиР) для снижения уровня техногенных рисков на основе многоуровневой компьютерной модели технической системы является актуальной задачей. Цель применения многоуровневой компьютерной модели – повышение эффективности мероприятий ТОиР. Многоуровневая компьютерная модель, реализуемая в среде моделирования MARC, предназначена для расчета эффективности мероприятий и формирования графиков планово-предупредительных работ по ТОиР.

Базовая схема многоуровневой компьютерной модели технической системы

Дадим логико-математическое описание синтезированной схемы многоуровневой компьютерной модели технической системы (рис. 1).

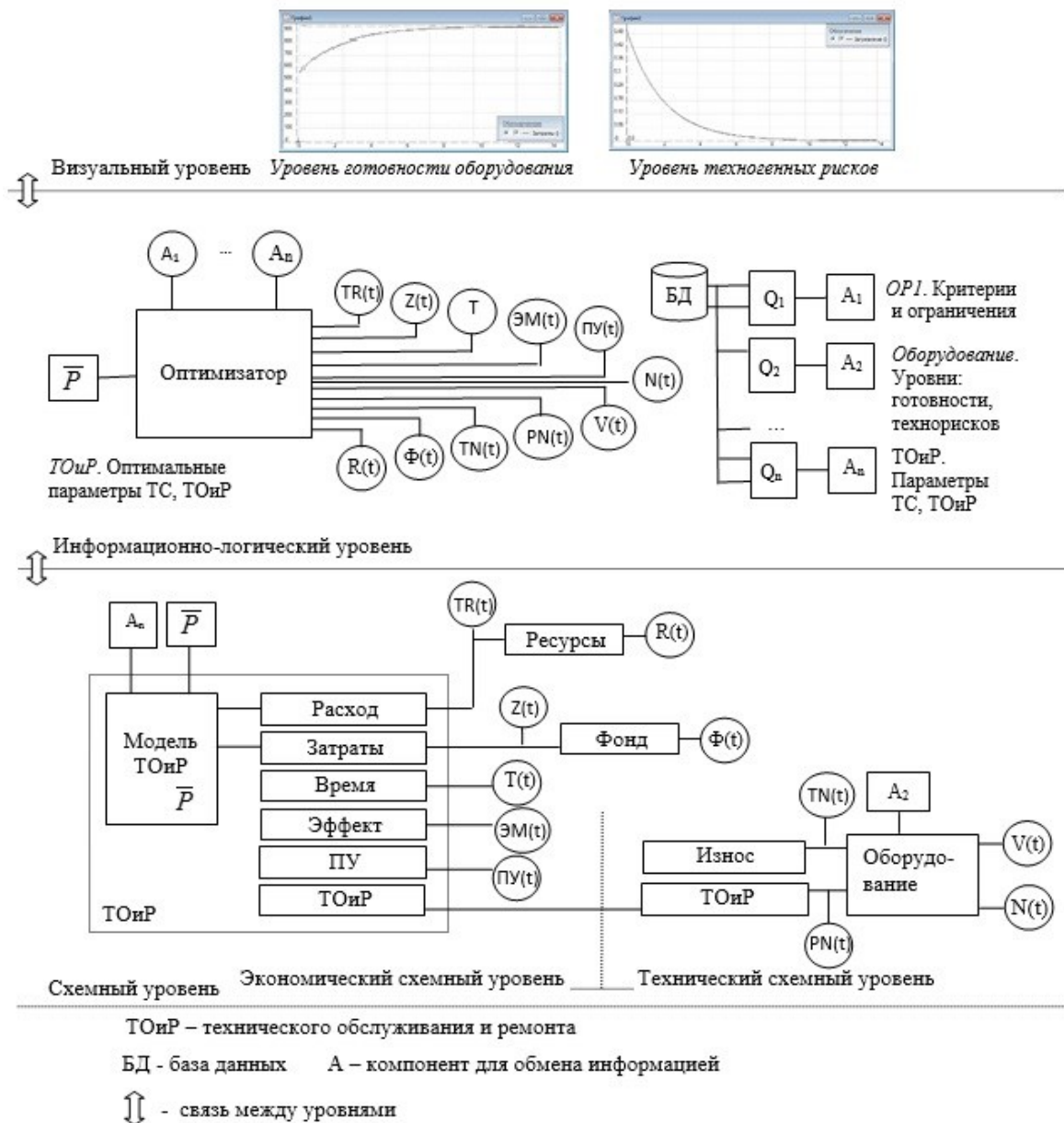


Рис. 1. Схема многоуровневой компьютерной модели технической системы.

Выделим четыре основных уровня представления модели: визуальный уровень, информационный уровень, логический уровень, схемный уровень, в составе которого экономический и технический.

I. *Визуальный уровень.* Компоненты визуального уровня модели предназначены для отображения и регулирования значений параметров и переменных компьютерной модели.

II. *Информационно-логический уровень* предназначен для отображения связей компонентов с источниками информации и отображения логики ком-

пьютерного эксперимента. Здесь модель представлена следующими взаимосвязанными моделями компонентов:

1) *модель процесса технического обслуживания и ремонта оборудования* (ТОиР) характеризуется переменными связи ТОиР, который увеличивает коэффициент готовности оборудования PN_t , расхода ресурсов $TR(t)$, затраты $Z(t)$, эффективность мероприятия $ЭМ(t)$ и предотвращенный ущерб $ПУ(t)$. Управляемые параметры ТОиР P . Их значения влияют на значения переменных связи всех компонентов компьютерной модели во временной области (ресурсы производства $R(t)$, фонд $\Phi(t)$, уровни техногенных рисков $V(t)$ и готовности оборудования $N(t)$);

2) *модель фонда* характеризуется переменными связи размер фонда $\Phi(t)$ и затраты $Z(t)$;

3) *модель оборудования* характеризуется переменными связи уровней техногенных рисков $V(t)$ и готовности оборудования $N(t)$, также ТОиР, который увеличивает коэффициент готовности оборудования $PN(t)$, износ оборудования, уменьшающий коэффициент готовности оборудования $TN(t)$;

4) *источник износа* задает темп износа оборудования $TN(t)$;

5) *источник данных* используется для параметризации компонентов модели в начале эксперимента, параметры загружаются из базы данных (БД);

6) *мониторинг процесса* ТОиР $P(t)$, ресурсов производства $R(t)$, фонда $\Phi(t)$ и готовности оборудования $N(t)$ осуществляется для информационной поддержки принятия управленческого решения;

7) *модель управления системой* является источником управляющего воздействия для модели ТОиР. Она задает оптимальные параметры ТОиР \bar{P} и темпы расхода ресурсов $TR(t)$.

Задача оптимального управления ходом ТОиР сводится к определению параметров ТОиР как функции от t в интервале (при заданных начальных состояниях подсистем, ограничениях на переменные состояния и управления), минимизирующих заданный критерий-функционал.

В качестве основных переменных связей модели взяты следующие переменные: ресурс производства $R(t)$, фонд $\Phi(t)$, уровень готовности оборудования $N(t)$.

Логико-математическое описание переменных связи.

1. *Уровень техногенных рисков $V(t)$* является переменной уровня. Количество техногенных рисков увеличивается за счет отказов оборудования в результате его износа и снижается путем предупреждения отказов посредством своевременного технического обслуживания и ремонта оборудования.

Различают следующие стадии технического обслуживания и ремонта: техническое обслуживание, текущий ремонт, капитальный ремонт, замена на новое оборудование.

Уровень техногенных рисков $V(t)$ за время t определяется уравнением:

$$V(t) = V(t_0) + \int_{t_0}^{t_1} (PV(t) - TV(t))dt, \quad (1)$$

где $V(t)$ – коэффициент техногенных рисков, отказов оборудования, в долях; $V(t_0)$ – коэффициент техногенных рисков, отказов оборудования на момент начала расчета t_0 , в долях; $PV(t)$ – темп увеличения техногенных рисков, отказов оборудования в период времени t , в долях за t ; $TV(t)$ – темп снижения техногенных рисков, предупреждение отказов в период времени t , в долях за t . Интервал расчета от t_0 до t_1 . В уравнении (1) и далее по тексту: t_0 – время начала интервала расчета; t_1 – время окончания интервала расчета.

2. *Уровень готовности оборудования $N(t)$* является переменной уровня. Коэффициент готовности оборудования увеличивается за счет своевременного технического обслуживания и ремонта (ТОиР) оборудования и уменьшается в ходе износа оборудования и его конструктивных элементов. Срок службы оборудования, а следовательно, и величина межсервисного интервала зависит от вида и фирмы-производителя оборудования.

Уровень готовности оборудования технологического комплекса предприятия $N(t)$ за время t определяется уравнением:

$$N(t) = N(t_0) + \int_{t_0}^{t_1} (PN(t) - TN(t))dt, \quad (2)$$

где $N(t)$ – коэффициент готовности оборудования, в долях; $N(t_0)$ – коэффициент готовности оборудования на момент начала расчета t_0 , в долях; $PN(t)$ – темп увеличения коэффициента готовности оборудования в период времени t , в долях. На значение $PN(t)$ оказывают влияние режим эксплуатации, качество и своевременность технического обслуживания и ремонта оборудования, коэффициент ремонтпригодности, показатели модификации и деградации [1]; $TN(t)$ – темп уменьшения коэффициента готовности оборудования в период времени t , в долях. Значение $TN(t)$ зависит от износа оборудования за период времени t .

3. *Уровень материально-технических ресурсов $R(t)$* (далее – ресурсов) является переменной уровня. Уровень ресурсов уменьшается за счет расхода ресурсов при выполнении ТОиР оборудования и увеличивается за счет приобретения.

Запасы ресурсов в фонде предприятия в момент времени t определяются уравнением:

$$R(t) = R(t_0) + \int_{t_0}^{t_1} (PR(t) - TR(t))dt, \quad (3)$$

где $R(t)$ – количество ресурсов, в ед. ресурса (например, шт., кг); $R(t_0)$ – количество ресурсов, доступных на момент начала расчета t_0 в ед. ресурса (например, шт., кг); $PR(t)$ – приобретение либо высвобождение ресурса за период времени t ; $TR(t)$ – расход ресурса за период времени t , в ед. ресурса на t .

4. *Размер фонда $\Phi(t)$* являются переменной уровня. Он уменьшается за счет затрат на приобретение ресурсов и увеличивается за счет финансирования в проект.

Размер фонда $\Phi(t)$ в момент времени t определяются уравнением:

$$\Phi(t) = \Phi(t_0) + \int_{t_0}^{t_1} (I(t) - Z(t))dt, \quad (4)$$

где $\Phi(t)$ – размер фонда (например, в рублях); $\Phi(t_0)$ – размер фонда на момент начала расчета t_0 , в рублях; $I(t)$ – темп финансирования за период времени t , в рублях на t ; $Z(t)$ – темп затрат на приобретение ресурсов за период времени t , в рублях на t .

Финансирование $I(t)$ может быть как внутренним $I(t)^i$, так и внешним $I(t)^o$, и определяются по формуле:

$$I(t) = I(t)^i + I(t)^o. \quad (5)$$

Затраты определяются по формуле:

$$Z(t) = S \cdot \int_{t_0}^{t_1} TR(t)dt, \quad (6)$$

где $TR(t)$ – расход ресурса (например, в шт. или кг за t); S – стоимость одной единицы ресурса, в руб.

В случае использования нескольких ресурсов для выполнения функции затраты на их использование суммируются. В некоторых случаях может быть суммирование с коэффициентами.

Предложенные выше уравнения (1) – (6) описывают процессы в технической системе с учетом экономической составляющей.

Целевая функция системы:

$$V_t \rightarrow \min, \quad (7)$$

где V_t – количество техногенных рисков, отказов оборудования, в шт.

Плановые затраты $Z_{план}$ на ТОиР также подлежат минимизации:

$$Z_{план} \rightarrow \min.$$

Ограничение по затратам: $Z_t \leq Z_{план}$, где Z_t – затраты на ТОиР, включая закупку материалов и выполнение мероприятий, в руб.; $Z_{план}$ – плановые за-

траты на ТОиР, включая закупку оборудования или его составных частей, агрегатов и выполнение мероприятий, в руб.

Ограничения по времени ремонта: $T_{\text{ремонта}} \leq 2\% * T_{\text{экспл}}$, где $T_{\text{ремонта}}$ – время, необходимое на выполнение 1 мероприятия ТОиР; $T_{\text{экспл}}$ – время эксплуатации оборудования.

Целевое значение коэффициента готовности оборудования $N_i \rightarrow 1$.

Для обеспечения $N_i \rightarrow 1$ требуется спланировать мероприятия ТОиР и следовать данному графику.

III. *Схемный уровень* отображает модель системы в виде одной или нескольких КЦ. Он разделен на два подуровня: *экономический схемный уровень* отображает финансовые характеристики, *технический схемный уровень* – модель технических характеристик ТОиР.

Расширение формализма языка компонентных цепей для анализа технических систем и автоматизированного синтеза графиков планово-предупредительных работ с целью обеспечения минимального уровня техногенных рисков

Компьютерное моделирование больших систем, в состав которых входят технические системы и их экономическое окружение, – это специфическое, сложное направление научных исследований, призванное объединить модели компонентов различной природы в единую компьютерную модель системы с целью ее исследования. В формате языка компонентных цепей дадим определения и разработаем модели компонентов различных подсистем в трех аспектах – топологическом, математическом и физическом [2].

Компоненты для моделирования технической подсистемы.

1. *Компонент «Оборудование».* Уровень готовности оборудования снижается за счет эксплуатационного износа и увеличивается посредством компенсирующего воздействия при выполнении ТОиР. В соответствии с типовой номенклатурой ремонтных работ и ведомостью дефектов оборудования составляется смета затрат на ТОиР.

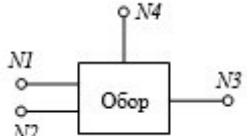
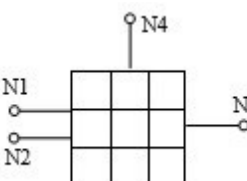
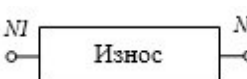
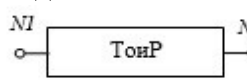
2. *Компонент «Источник износа»* задает величину износа оборудования или его составных частей. Источником неблагоприятных воздействий, влияющих на эксплуатационную надежность, являются условия амортизации, последствия технологических отклонений или аварийных ситуаций, повлекших за собой отказ либо повреждения составных частей оборудования.

3. *Компонент «Компенсирующее воздействие ТОиР».* Система планово-предупредительных работ (ППР) предусматривает: техническое (межремонтное) обслуживание для поддержания работоспособности, текущий ре-

монт для гарантированного обеспечения работоспособности, капитальный ремонт для полного восстановления ресурса оборудования. С капитальным ремонтом может быть совмещена модернизация оборудования для увеличения мощности производства, удешевления и упрощения эксплуатации и ремонта, повышения эксплуатационной надежности, улучшения условий труда и повышения безопасности работы. Основные стратегии ремонта – регламентированная, смешанная, по техническому состоянию, по потребности. Наиболее перспективным методом ремонта оборудования является агрегатный (агрегатно-узловой).

Разработаны условные обозначения и математические модели компонентов технической подсистемы (табл. 1).

Таблица 1

№	Название и изображение	Математическая модель	Параметры
1.	Компонент Оборудование 	$\frac{dVN3}{dt} = VN1_t - VN2_t$	Амортизационная группа, класс опасности, мощность производства и т.д. Обозначения: $VN1$ – источник износа; $VN2$ – компенсирующее воздействие ТОиР; $VN3$ – уровень готовности оборудования; $N4$ – уровень дефектов.
2.	Макрокомпонент. Техническая система 	$\frac{d\overline{VN3}}{dt} = \overline{VN1}_t - \overline{VN2}_t$	ТС представлена набором клеток, сопоставимых с агрегатами-узлами оборудования. Обозначения: $\overline{VN1}$ – вектор источников износа; $\overline{VN2}$ – вектор компенсирующего воздействия ТОиР; $\overline{VN3}$ – вектор готовности оборудования; $\overline{VN4}$ – вектор готовности оборудования на начальный момент времени.
3.	Источник износа 	$VN2_t = VN1_t$	Обозначения: $N1$ – связь для параметризации и обмена информацией; $VN2$ – загрязнение.
4.	Компенсирующее воздействие ТОиР 	$VN2_t = VN1_t$	Обозначения: $N1$ – связь для параметризации и обмена информацией; $VN2$ – компенсирующее воздействие ТОиР.

Приведем фрагмент схемы компьютерной модели, иллюстрирующий взаимосвязь основных компонентов технической подсистемы (рис. 2), где $A1$ и $A2$ – компоненты-атрибуты, используемые для получения и передачи данных соответственно. Например, в результате дефектов оборудования за время t снижается уровень готовности оборудования и увеличивается уровень техногенных рисков. На рис. 2 представлен компонент «Оборудование», со-

стояние которого характеризуется дифференциальным уравнением

$$\frac{dVN3}{dt} = VN1_t - VN2_t.$$

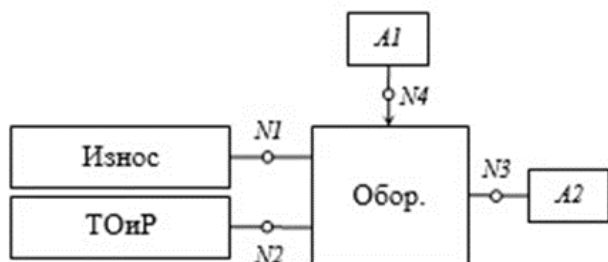


Рис. 2. Основные компоненты технической подсистемы.

Если количество составных частей *Оборудования* с дефектами до проведения ТОиР равнялась $VN3_{t-1} = 5$, износу за время t подверглось $VN1_t = 2$ агрегатных узла, компенсирующее воздействие ТОиР было выполнено для $VN2_{t1} =$

7 агрегатных узлов, то готовность оборудования на время завершения работ равна 100%.

Компоненты для моделирования экономической подсистемы

1. *Компонент «Фонд».* Объем фонда увеличивается за счет финансирования и уменьшается вследствие затрат на выполнение ТОиР.

2. *Компонент «Источник финансирования»* задает финансовый поток в ветви, в которую он включен. Параметром источника финансирования является скалярная величина. Финансирование должно быть своевременным и его объем должен покрывать смету затрат.

3. *Компонент «Затраты»* зависит от темпов расхода ресурсов и скалярных величин стоимости единиц ресурсов.

Разработаны условные обозначения и математические модели компонентов экономической подсистемы (табл. 2).

Таблица 2

№	Название и изображение	Математическая модель	Параметры
1.	Фонд 	$\frac{dVN3}{dt} = VN1_t - VN2_t$	$VN1$ – финансирование, в руб.; $VN2$ – затраты на ТОиР, в руб.; $VN3$ – размер фонда, в руб.; $VN4$ – начальный размер фонда.
2.	Источник финансирования 	$VN2_t = VN1_t$	$VN2_t$ – финансирование, в руб.; $N1$ – связь для параметризации и обмена информацией.
3.	Затраты 	$VN2_t = VN1_t$	$VN2_t$ – затраты на ТОиР, в руб.; $N1$ – связь для параметризации и обмена информацией.

Приведем фрагмент схемы компьютерной модели, иллюстрирующий взаимосвязь основных компонентов экономической подсистемы (рис. 3).

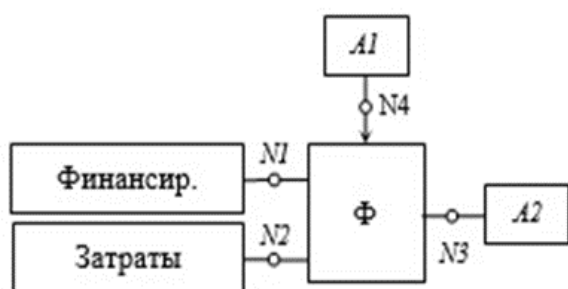


Рис. 3. Основные компоненты экономической подсистемы.

Здесь, $A1$ и $A2$ – это компоненты-атрибуты, используемые для получения и передачи данных соответственно. Например, если затраты предприятия на ГОиР в году t составили $VN2_t = 30000$ тыс. руб., финансирование $VN1_t = 38000$ тыс. руб., остаток фонда с прошлого года $VN3_{t-1} = 0$ тыс. руб.,

то в году t объем фонда $VN3t$ характеризуется дифференциальным уравнением

$$\frac{dVN3}{dt} = VN1_t - VN2_t$$

и равен 8000 тыс. руб.

Компоненты организационно-материальной подсистемы

1. Компонент «Ресурсы производства» расходуется в процессе выполнения ГОиР.

Основные типы ресурсов производства:

а) агрегаты, узлы, составные части оборудования характеризуются связью типа «используется»;

б) материальные ресурсы характеризуются связью типа «расходуется». Темпы их расхода зависят от стратегии проведения ГОиР;


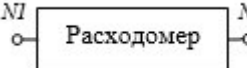
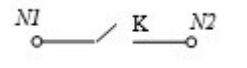
в) организационная единица характеризуется связью типа «отвечает за выполнение». Это работники подразделений, ответственные за ГОиР.

2. Компонент «Расходомер» измеряет количество ресурса, затраченного в момент времени t , и отображает его в цифровом виде непосредственно на схеме в процессе эксперимента. Применяется во время проведения эксперимента во временной области. Передает результат вычисления с помощью информационного узла. Значение в этом узле зависит от значения времени и темпа расхода ресурса.

3. Ключ применяется для регулирования потоков ресурсов. Простейшим является дискретный ключ. Логический может плавно менять свое состояние и тем самым регулировать мощность проходящего через него потока.

Разработаны условные обозначения и математические модели компонентов организационно-материальной подсистемы (табл. 3).

Таблица 3

№	Название и изображение	Математическая модель	Параметры
1.	Ресурсы производства 	$\frac{dVN3}{dt} = VN1_t - VN2_t$	$VN1$ – приобретение ресурса; $VN2$ – расход ресурса; $VN3$ – текущий размер ресурса; $VN4$ – начальный размер ресурса, параметр загружается из БД.
2.	Расходомер 	$\frac{dVN2}{dt} = VN1_t$	$VN1$ – расход ресурсов; $VN2$ – интегральный расход ресурсов.
3.	Дискретный ключ 	Закрыт: $\overline{VN2_t} = \overline{VN1_t}$ Открытб $\overline{VN2_t} = 0.$	Состояние «открыт» либо «закрыт»

Конвертеры – компоненты для интеграции моделей подсистем

Конвертеры предназначены для вычисления экономико-технических показателей в момент времени t . Применяются во время проведения эксперимента во временной области. Передают результат вычисления с помощью информационного узла посредством компонента «Атрибут». Он используется в расчетах. Во временной области значение в узле зависит от значения времени моделирования, параметров конвертации, параметров технологического процесса ТОиР.

Выделим следующие типы конвертеров:

1) *конвертер «Затраты»* предназначен для конвертации расхода ресурсов во временной области, с учетом стоимости 1 ед. ресурса, – *в рублях*. Передает результат вычисления с помощью информационного узла n модели компонента «Фонд»;

2) *конвертер «Время выполнения»* – измеритель времени моделирования;

3) *конвертер «Эффективность мероприятия»* вычисляет, в каком объеме оборудование восстановлено в ходе выполнения ТОиР. Конвертирует параметры работ во временной области – *в единицах восстановленного оборудования*;

4) *конвертер «Предотвращенный ущерб»*. Модель пересчитывает эффективность мероприятия с точки зрения предотвращенного техногенного риска, с учетом стоимости 1 доли ущерба, – *в рублях*;

5) *конвертер «Компенсующее воздействие ТОиР»* предназначен для

конвертации параметров ТОиР во временной области, – в долях. Передает результат вычисления с помощью информационного узла n компоненту «Оборудование».

Модели конвертеров представлены в табл. 4.

Таблица 4

№	Название и изображение	Математическая модель	Параметры
1.	Затраты 	$VN3_t = VN1_t \cdot VN2_t$	$VN1$ – расход ресурса, в шт., кг; $VN2$ – стоимости 1 ед. ресурса; $VN3$ – затраты, в руб.
2.	Время выполнения 	$\frac{dVN2}{dt} = VN1_t$	$VN1$ – время моделирования; $VN2$ – время выполнения ТОиР.
3.	Эффективность мероприятия 	$VN3_t = F(VN1_t, VN2_t)$	$VN1$ – темп обработки, в шт.; $N2$ – связь для параметризации; $VN3$ – эффективность мероприятия, в шт.
4.	Предотвращен. ущерб 	$VN3_t = VN1_t \cdot VN2$, или $VN3_t = F(VN1_t, VN2_t)$	$VN1$ – эффективность ТОиР; $VN2$ – цена 1 единицы эффекта, параметр загружается из БД; $VN3$ – предотвращенный ущерб, в руб.
5.	Компенсирующее воздействие ТОиР 	$\frac{dVN2}{dt} = F(VN1_t)$	$VN1$ – параметры ТОиР; $VN2$ – компенсирующее воздействие ; $N3$ – связь для параметризации

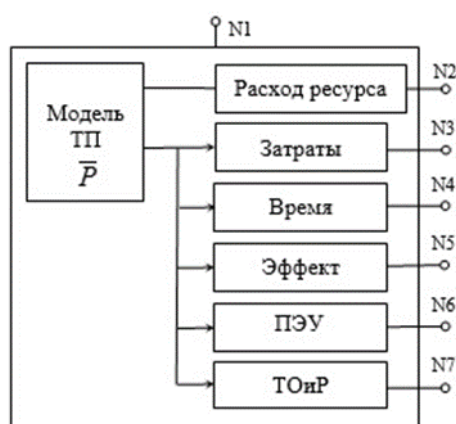


Рис. 4. Модель ТОиР.

Макрокомпонент «ТОиР»

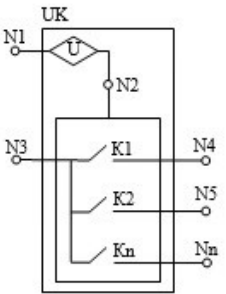
ТОиР выполняются с целью увеличения уровня готовности оборудования и снижения уровня техногенных рисков.

Модель ТОиР представлена в виде макрокомпонента (рис. 4), состоит из модели технологического процесса ТОиР и параметрически подчиненного блока конвертеров (вычисляемых показателей). Модель «ТОиР» является источником расхода ресурса для модели «Ресурсы», источником затрат для модели «Фонд» и источником компенсирующего воздействия для модели «Оборудование».

Коммутатор – компонент для синтеза графиков ППР

Для автоматизации процесса структурного синтеза графиков ППР разработан компонент «Коммутатор» (табл. 5).

Таблица 5

№	Название и изображение	Математическая модель	Параметры
1.	<p>Коммутатор</p> 	$!E \text{ } VN_{2i}=1,$ <p>где $i=0,1 \dots n$</p> $VN_{4+i}=VN_3$	<p>VN_1 – уровень готовности оборудования; U – логические условия выбора стратегии ППР; N_2 – сигнальный выход; $\overline{VN_2}_i$ – вектор-сигнал, содержащий значения ключей K_1, K_2, \dots, K_n, которые зависят от величины VN_1; $N_4, N_5 \dots N_n$ – связи с моделями ТОиР; $VN_3, VN_4, VN_5 \dots VN_n$ – переменные связи.</p>

Коммутатор – это интеллектуальный макрокомпонент, решающий вопрос выбора стратегии выполнения ТОиР на основе сопоставления уровня готовности оборудования и границ применимости стратегий ППР для обеспечения оптимального уровня техногенных рисков. Отображается прямоугольником с двумя входными связями (уровень готовности оборудования, уровень техногенных рисков) и n выходами для коммутации с моделями ТОиР (рис. 5).

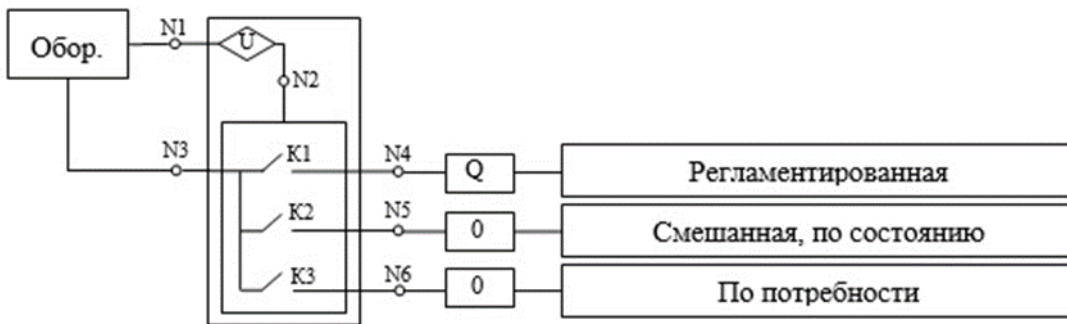


Рис. 5. Схема модели с коммутатором.

В «Коммутаторе» заданы следующие условия выбора направления связи:

- 1) *если оборудование, эксплуатация которого связана с повышенной опасностью, то $K_1 = 1$, остальные равны нулю;*
- 2) *если остальное основное и неосновное оборудование, то $K_2 = 1$, остальные равны нулю;*
- 3) *если оборудование относится к первой и второй амортизационной группе, то выполнение ТОиР требуется только в случае отказа или повреждения составных частей оборудования, тогда K_3 принимает значение 1,*

остальные равны нулю.

Допустим «Оборудование» относится ко второй амортизационной группе и произошел отказ. Тогда для нормализации уровня готовности оборудования $VN1_t$, по условию выбора установлена связь «По потребности». Так как вектор-сигнал $VN2_t$ равен $(0,0,1)$, соответственно $K1 = 0$, $K2 = 0$, $K3 = 1$ и переменные связи $VN4_t = VN1_t$, $VN5_t = 0_t$, $VN6_t = 0$.

Заключение

Многоуровневая компьютерная модель технической системы, созданная с использованием методического аппарата методов системной динамики, интерпретированных в формат метода компонентных цепей, позволяет сохранить реальную топологию системы, сопрягать модели подсистем, проводить многоаспектные исследования, формировать графики планово-предупредительных работ по ТОиР для обеспечения оптимального уровня готовности оборудования и техногенных рисков.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 27.002-2009 Надежность в технике. Термины и определения.
2. Дмитриев В.М. и др. МАРС – среда моделирования технических устройств и систем. – Томск: В-Спектр, 2011.

Статья представлена к публикации членом редколлегии А.А. Шелупановым.

E-mail:

Затик Сергей Иванович – serg_sur@mail.ru;

Острейковский Владислав Алексеевич – serg_sur@mail.ru;

Затик Ольга Сергеевна – olga_sur@mail.ru

Ганджа Тарас Викторович – gtv@main.tusur.ru