

УДК 624.21:629.33

СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ЭКСПЛУАТАЦИИ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

**А.В. Бильченко, проф., к.т.н., А.Г. Кислов, проф., к.т.н.,
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет**

***Аннотация.** При анализе фактической ситуации, возникающей при эксплуатации мостовых сооружений, ситуация «как есть» является исходной моделью для моделирования состояния «как должно быть». В соответствии с выбранными целями определяется приемлемая степень детализации для всех мероприятий и операций по продлению срока службы мостового сооружения. Структура моделирования процессов дает возможность в рамках интеграции отдельных моделей создать единую модель для нормальной эксплуатации мостовых сооружений.*

***Ключевые слова:** модель процесса, эксплуатация, детализация.*

ЗМІСТ І СТРУКТУРА МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МОСТОВИХ СПОРУД

**А.В. Більченко, проф., к.т.н., О.Г. Кіслов, проф., к.т.н.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет**

***Анотація.** Під час аналізу фактичної ситуації, яка виникає при експлуатації мостових споруд, ситуація «як є» є вихідною моделлю для моделювання стану «як повинно бути». Відповідно до обраних цілей визначається додатний ступінь деталізації для всіх заходів та операцій з продовження терміну служби мостової споруди. Структура моделювання процесів дає можливість у рамках інтеграції окремих моделей створити єдину модель для нормальної експлуатації мостових споруд.*

***Ключові слова:** модель процесу, експлуатація, деталізація.*

THE CONTENT AND STRUCTURE OF MODELING THE PROCESS OF BRIDGE STRUCTURES OPERATION

**A. Bilchenko, Prof., Ph. D. (Eng.), A. Kislov, Prof., Ph. D. (Eng.),
Kharkiv National Automobile and Highway University**

***Abstract.** In the analysis of the actual situation arising from the operation of bridges, the situation «as is» is the original model for the simulation of the state «as it should be». In accordance with the objectives set there is defined the acceptable level of detailing for all the activities and operations to extend the life of the bridge structure. The structure of the simulation process enables the integration of individual models to create a unified model for the normal operation of bridges.*

***Key words:** model of the process, operation, detailing.*

Введение

Вопросы моделирования процесса эксплуатации мостового сооружения являются отправной точкой для моделирования процесса «как есть». При решении проблемных вопросов этого моделирования следует оце-

нивать отображение всех особых случаев протекания процессов в каждом эксплуатационном состоянии, однако необходимо сконцентрировать все внимание на основных аспектах ситуации «как есть», принятой за базовую.

Анализ публикаций

Процессный подход при эксплуатации мостовых сооружений – это новый прогрессивный подход, требующий моделирования, которое предопределяет планирование, управление и выбор перспективы с временной и логической очередностью [1, 2]. Эффективное управление процессами эксплуатации мостовых сооружений требует детальной разработки содержания и структуры процессов [3–5]. Проведенный анализ литературных источников позволил сделать вывод об актуальности поставленной задачи.

Цель и постановка задачи

Целью работы является создание моделей, которые протекают интерактивно. Предварительные варианты моделей подвергаются последовательному уточнению, с целью получения достоверности отображения фактической ситуации с достаточной степенью детализации. Центральным аспектом на данном этапе является степень детализации моделей. Слабые места процессов привязываются к детализации и документируются с предполагаемыми причинами их возникновения, а также предполагается оптимизация затронутых процессов.

Реализация задачи

Консолидация моделей различных комплексов моделирования служит для создания единой интегрированной модели «как есть». В процессе создания моделей необходимо стремиться к гармонизации за счет стандартизации используемых приемов и соблюдению единых правил моделирования и единой степени детализации для сопоставимости. В случае объективного разделения моделей следует заранее проанализировать наличие структурных аналогий в процессах, относящихся к различным объектам, так как это может существенно снизить затраты на их последующую интеграцию. Сравнимость упрощает их анализ в отношении слабых мест и потенциалов оптимизации. При этом необходимо придерживаться единого принципа графического отображения элементов моделей и порядка выполнения операций процессов.

При анализе порядка и способов выполнения операций процессов следует исходить из решения следующих проблем:

- в результате организованных мероприятий можно уменьшить количество процессов;
- уменьшить количество лишних операций благодаря параллелизации и оптимальной последовательности их выполнения;
- уменьшить противоречия при переходе одного процесса в другой – не только внутренние, но и межпроизводственные;
- адекватно поддержать операцию процессов с помощью информационных и коммуникационных систем;
- обеспечить наличие необходимой современной технической инфраструктуры.

При анализе фактической ситуации эксплуатации мостовых сооружений следует обратить внимание не на необходимость использования новейших технологий, систем планирования, управления ресурсами, управления потоками операций, поскольку ситуация «как есть» является исходной площадкой для моделирования процессов «как должно быть». В контексте анализа фактической ситуации значение имеют прежде всего производственно-экономические отработанные модели. Кроме того, апробированные модели могут быть использованы как базовые при создании индивидуальных моделей, которые используются для решения специфических проблем и дают возможность оценить их качество, имеющиеся слабые места и апробированные варианты их оптимизации. Целью анализа ситуации модели «как есть» является создание понятного непротиворечивого списка всех слабых мест и потенциалов оптимизации затронутых процессов. Анализ физической ситуации предполагает наличие опыта, аналитических способностей и профессионализма у выполняющих его лиц. Оценка потенциалов оптимизации слабых мест, на предмет их устранения с целью дальнейшего использования, ограничивается физической аргументацией, так как финансовая оценка связана с определенной степенью неточности, поэтому вначале необходимо оценить ее целесообразность.

Не все обнаруженные слабые места, тем более на первых этапах эксплуатации сооружения, требуют обширных мероприятий. Такая ситуация возникает при незначительных структурных изменениях процессов, незначительной адаптации IT-системы. Поэтому заметных улучшений часто можно добиться за счет организационных мер по эксплуатации. Например, освидетельствование эффек-

тивности водоотведения необходимо выполнять не два раза в год (один раз), а после каждого большого ливня, так как водоотводные трубы часто забиваются мусором или заасфальтированы новым дорожным покрытием. Главным преимуществом срочных мер является их экономическая эффективность в будущем, продление долговечности сооружения, достижение заметных улучшений функционирования при относительно незначительном инвестировании. Таким образом, чем раньше начинаем «лечить болезнь», тем больше гарантия на получение положительного результата. Некоторые обнаруженные слабые места требуют не срочных, а поэтапных мероприятий. Это относится к третьему и четвертому эксплуатационным состояниям

мостового сооружения [6], когда мероприятия по сохранению функциональности сооружения малоэффективны или невозможны. Поэтому требуется выполнение процессов восстановления функциональности не только отдельных его элементов, а и сооружения в целом. Эта задача ложиться на модель «как должно быть». Исходной моделью этого процесса эксплуатации является модель «как есть».

На рис. 1 показана схема процессов выявления и восстановления слабых места мостового полотна как основного элемента мостового сооружения, способствующего сохранению функциональности всего сооружения.

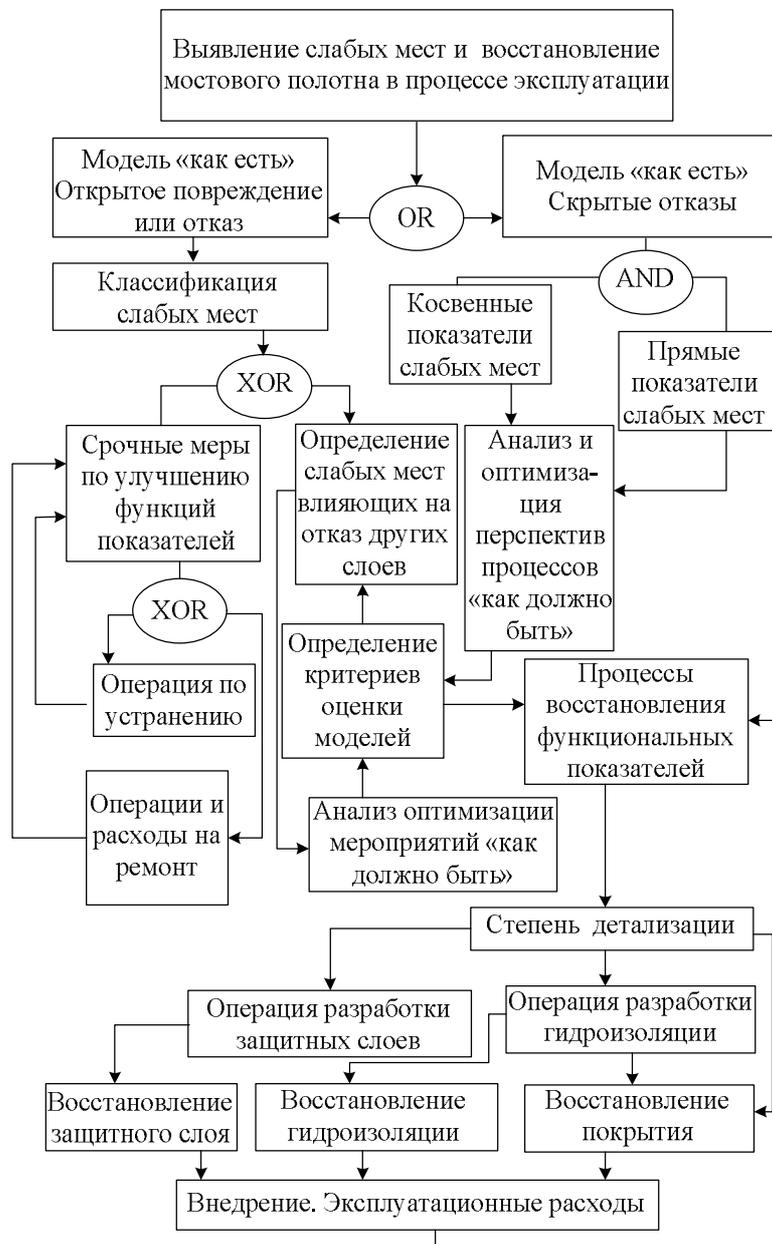


Рис. 1. Моделирование процесса эксплуатации проезжей части

В моделировании приняты такие обозначения: XOR – однозначное решение; OR – возможны варианты решения; AND – суммарное решение.

Для продления срока службы мостового сооружения необходимо конкретизировать цели и задачи моделирования, которые заключаются в переходе от абстрактных представлений к конкретному улучшению функционирования сооружения. Для этого необходимо вернуться к структуризации моделей процессов «как должно быть» в соответствии с основными и вспомогательными процессами, а также анализу их взаимодействия, которому уделяется значительное внимание [1]. В случае прямой связи взаимодействия между основными и вспомогательными процессами можно идентифицировать и смоделировать уже на структурном уровне процессов, а не только в отдельных операциях. Систематизирующая схема процессов должна быть вспомогательным инструментом. Структура процессов «как есть» должна быть представлена в виде иерархии функций, а группировка основных и вспомогательных процессов – переведена в комплексы моделирования. Такая группировка может проводиться на основе функционально-объектно ориентированных методов. При этом должны быть разработаны сквозные операции как выражение основных процессов. Для каждой операции создаются модели, группировка которых приводит к формированию следующего уровня процессной структуры. При моделировании процессов «как должно быть» одним из главных факторов является степень детализации, которая должна обеспечиваться оптимальной поддержкой отдельных операций. Так, в качестве ключевых критериев оптимизации мероприятий используются такие показатели, как затраты, качество, количество и время, а степень детализации зависит от глубины планируемых операций.

Достижение последовательного определения структуры процессов происходит на нескольких уровнях иерархии. Во время моделирования необходимо решить, в каких случаях необходима детализация той или иной функции, при этом она может осуществляться по следующим направлениям:

- за счет разложения операции на отдельные шаги в рассматриваемом процессе;
- за счет создания детальной модели подпроцесса на более низком уровне иерархии;

- за счет требуемого профессионализма, т.е. если для выполнения операции требуются разносторонние квалификации, это является причиной разложения функции;
- повторное использование шагов процесса в других операциях;
- определение числа используемых методов операций, т.е. если внутри одной операции возможно выполнение работ несколькими методами, то для этого необходима информация, а функцию нужно разложить;
- если операция вносит большой вклад в выполнение процесса, то с целью выполнения потенциала оптимизации ее следует рассматривать более дифференцированно;
- для предотвращения возможных конфликтов при загрузке трудовых ресурсов рекомендуется дифференциация операций и ресурсов моделирования как материальных, так и трудовых. При этом необходимо придерживаться правила: «Столько экономии процесса – сколько возможно, и столько экономии ресурсов – сколько необходимо!» [2].

В соответствии с выбранными целями была определена приемлемая степень детализации для всех мероприятий. Основное внимание при моделировании уделялось операциям. Степень детализации каждого конкретного процесса определялась степенью механизации. Функции, которые должны выполняться вручную, должны быть детализированы до такой степени, чтобы при переходе от одной функции к другой можно было бы проследить изменение требований к квалификации рабочих. Однако порядок выполнения механизированных операций ранее не детализировался.

В зависимости от степени детализации модель «как должно быть» должна включать в себя:

- обязательное использование IT-системы;
- организационную структуру на нижней иерархии, отвечающую за процесс;
- содержание и возможные изменения процесса во времени и по технологии;
- запланированные расходы;
- измененные связи в иерархии функций.

При этом отдельные процессы можно разложить на более мелкие части, чтобы обеспечить их повторное использование в других процессах.

Таким образом, последовательная интеграция отдельных моделей по мере их создания

позволяет значительно упростить создание единой целостной модели.

В рамках интеграции отдельных моделей для обеспечения качества и целостности единой модели следует выполнить следующие условия:

- соблюдение единых правил моделирования;
- сравнение требуемой и фактической степени детализации атрибутов отдельных элементов для каждого отдельного случая моделирования;
- проверка противоречия процессов на взаимное соответствие;
- минимизация избыточности при моделировании функций и событий.

Выводы

В заключении следует отметить, что процессы «как должно быть» необходимо оценивать на основе опыта экспертов, а проведение анализа полученных результатов часто является необходимым условием оценки уже новых процессов.

Таким образом, содержание и структура моделирования процессов, протекающих при эксплуатации мостовых сооружений, дают возможность в рамках интеграции отдельных моделей создать единую целостную модель для сохранения сооружения с выполнением детального анализа операции «как должно быть».

Литература

1. Беккер Й. Менеджмент процессов / Й. Беккер, Н. Волков, В. Таратухин и др. – М.: ЭКСМ, 2008. – 625 с.

2. Система управления содержанием мостов. Система приоритетной оценки // Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik. – Мюнхен, 1997. – С. 17–25.
3. Матвеев И.К. Модели управления эксплуатацией мостовых сооружений: дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук 05.23.11 / И.К. Матвеев. – Воронеж, 2006. – 138 с.
4. Бильченко А.В. Мультиперспективные модели процесса эксплуатации мостовых сооружений / А.В. Бильченко, А.Г. Кислов // Мости та тунелі: Теорія, дослідження, практика: зб. наук. пр. Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – 2014. – Вип. 6. – С. 14–17.
5. Бильченко А.В. Информационно-техническая система при моделировании процессов эксплуатации мостовых сооружений / А.В. Бильченко, А.Г. Кислов, А.С. Лозицкий // Науковий вісник будівництва Харківського національного університету будівництва і архітектури. – 2014. – Вип. 5(79). – 9 с.
6. Споруди транспорту. Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів: ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2009. – Чинний від 11.11.2009; на заміну ВБН В.3.1-218-174-2002. – Київ. – 2009. – 50 с.

Рецензент: В.П. Кожушко, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 20 марта 2015 г.