

УДК 624.21:629.33

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСПЛУАТАЦИИ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ НА УРОВНЕ СЛОЖИВШИХСЯ СОБЫТИЙ

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

Аннотация. Рассматриваются вопросы моделирования процессов эксплуатации мостовых сооружений на основе системной схемы процессов. Центральным аспектом в данной ситуации является достаточная степень детализации, на основе которой выполняется анализ ситуации «как есть» как базовой для создания модели «как должно быть» с рассмотрением вариантов их оптимизации.

Ключевые слова: моделирование, детализация, функционирование, мостовое сооружение.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МОСТОВИХ СПОРУД НА РІВНІ ПОДІЙ, ЯКІ СКЛАЛИСЯ

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

Анотація. Розглядаються питання моделювання процесів експлуатації мостових споруд на основі системної схеми процесів. Центральним аспектом у цій ситуації є достатній ступінь деталізації, на основі якого виконується аналіз ситуації «як є» як базової для створення моделі «як має бути» з розглядом варіантів їх оптимізації.

Ключові слова: моделювання, деталізація, функціонування, мостові споруди.

MODELING OF BRIDGE FACILITIES OPERATION ON THE LEVEL OF DEVELOPED EVENTS

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

Abstract. The issues of operation process modeling of bridge structures on the basis of the system circuit of processes are considered. The central aspect of this event is a sufficient level of detail on the basis of which they carry out analysis of the situation «as it is» as the basis for creating a model «as it should be», taking into account consideration of options for optimization.

Key words: modeling, specification, operation, bridge structures.

Введение

Процессный подход к мостовым сооружениям при их эксплуатации – это прогрессивный подход, требующий моделирования. Моделирование процессов всегда связано с выбором перспектив, которые определяют целевое назначение ограниченных ролей и распределение работ по иерархии.

Анализ публикаций

Моделирование процессов эксплуатации мостовых сооружений рассматривалось ранее в работах авторов [1, 2]. В данной работе моделирование рассматривается как системная схема процесса, поскольку ее целостная структура состоит из двух составляющих – стратегии и схемы процессов. Системный подход предусматривает особенности про-

цессов эксплуатации, т.к. они протекают на различных уровнях иерархии и связаны между собой достижением одной цели [1, 3, 4] – обеспечение нормальной эксплуатации.

Цель и постановка задачи

В подобной ситуации необходимо разработать схему процессов (технологии), которая способна представить отдельные модели эксплуатации в их общем контексте, а также обеспечить наглядный переход от одного процесса к другому. Таким образом, схема систематизации должна делить исследуемый объект на его составные части и давать обзор взаимосвязей между элементами объекта.

Реализация задачи

Систематизация процессов во многом зависит от субъективной оценки профессиональных способностей исполнителей работ; при этом подчиняется определенным правилам и начинается с его разделения на основные и вспомогательные процессы, протекающие во время эксплуатации мостовых сооружений.

Основной процесс из множества процессов выделяет те, которые определяют основные результаты функционирования сооружения, а также деятельность организаций, которые его эксплуатируют и обладают такими критериями:

- стратегия целей;
- профессионализм;
- детализация работ;
- создание мнения заказчика о необходимости проведения работ.

На основании этих критериев производится определение границ каждой составной части основных процессов эксплуатации и его стратегической значимости, также производится анализ и оптимизация для каждой операции процесса.

Структура вспомогательных процессов базируется на следующем:

- обеспечение функциональности основных процессов;
- наличие и предоставление ресурсов и услуг;
- ориентация на проверенных партнеров.

Жизненный цикл мостового сооружения от начала эксплуатации до конкретного события связан с методикой оценки технического

состояния по ДСТУ [4]. Каждое эксплуатационное состояние предполагает проведение определенных мероприятий по стабилизации процесса эксплуатации на данном этапе. Отношения между процессами определяются критериями их оптимальности и, следовательно, эффективности. Поэтому вопрос эффективности процессов эксплуатации мостового сооружения делает необходимой параллелизацию следующих процессов и операций: уход и профилактика со стоимостью соответственно $0,01C_0$ и $0,05C_0$ (C_0 – стоимость строительства), поточный ремонт – $0,25C_0$ наиболее уязвимых элементов сооружения: деформационных швов, покрытия проезжей части и гидроизоляции с обязательным водоотведением. Эти операции лучше классифицировать как уход и профилактику, поскольку они малозатратные, однако играют большую роль в сохранении сооружения; капитальный ремонт – $0,6C_0$ и, наконец, реконструкция – $1,4C_0$ [5]. Системный подход предусматривает разработку структуры процессов после каждого события, поэтому следует моделировать и проводить анализ ситуации «как есть». Моделирование этой ситуации «как есть» опирается на ИТ-систему [2] и позволяет получить следующую информацию:

- знание фактического состояния элементов, которое является предпосылкой разработки стратегии перехода к ситуации «как должно быть»;
- моделирование ситуации «как есть» является возможностью выявления слабых мест, определения оптимизации процессов и разработки мероприятий;
- ситуация «как есть» может быть связана со значительными затратами, поэтому требует глубокого анализа;
- модель «как есть» может использоваться в качестве исходной модели в рамках моделирования «как должно быть»;
- модель фактической ситуации должна хотя бы частично соответствовать плановому состоянию.

Структура операций процессов модели «как есть» зависит от объема имеющейся документации процессов и структуры организации. Потенциальным источником информации является организация, которая эксплуатирует сооружение. Однако имеющаяся информация часто бывает устаревшей, не всегда отображает производственную реальность, поэтому выявление слабых мест слу-

жит не только основой для мотивации необходимых операций, но и позволяет уже на начальном этапе вмешательства оперативно устранять некоторые очевидные проблемы.

Таким образом, процедуру моделирования и анализа ситуации «как есть» при эксплуатации мостовых сооружений необходимо начинать на основе рассмотрения теоретической базы прогноза деградации элементов сооружения. Это феноменологическая стохастическая модель, которая описывает накопление повреждений самого процесса, эволюция которого во времени определяется вероятной дискретной Марковской моделью [5]. Эта модель описывается стохастическим процессом постепенной деградации сооружения и отдельных элементов. Процесс старения элементов сооружений состоит не только из постепенных отказов, но и внезапных. При этом накопление повреждений отдельных элементов может иметь внезапные «скачки» из-за одного эксплуатационного события, которое необходимо учитывать при рассмотрении модели «как есть».

Для эффективного процесса эксплуатации мостового сооружения с перспективой увеличения его срока службы необходимо использовать не только модель состояния «как есть», но и модель, в которой учтено появление различных признаков деградации за время функционирования, т.е. модель состояния «как должно быть». Такая модель позволит после ликвидации слабых мест продлить срок службы мостового сооружения.

Рассмотрим общий подход, в котором систему моделирования «как есть», являющуюся базой для продления жизненного цикла сооружения, можно разбить на два этапа (рис. 1):

- сбор данных и определение слабых мест;
- глубокий анализ фактической ситуации и реализация мероприятий по ликвидации возникших проблем.

На основании анализа технологических параметров составляется спецификация возможных сценариев выполнения срочных мер по устранению слабых мест и перспектива ликвидации возникших проблем со временем.



Рис. 1. Моделирование ситуации «как есть»

Таким образом, одним из важных вопросов при моделировании ситуации «как есть» является предпосылка идентификации слабых мест и определение потенциала их оптимизации [5]. Большое значение при моделировании ситуации «как есть» приобретает опыт детализации моделей процесса, поскольку мостовое сооружение – очень сложное инженерное сооружение.

Схема систематизации процессов, протекающих при эксплуатации мостовых сооружений, и организационная структура эксплуатационной организации могут служить ориентиром для разделения предмета моделирования на следующие составляющие:

1. Область функциональных задач сооружения. Процессы, протекающие в период функционирования сооружения, происходят в зависимости от методов эксплуатации с течением времени, а также проектов и строительных дефектов, вследствие снижения материалом своих физико-механических свойств материала, вследствие климатических или силовых воздействий. Поэтому моделирование этих процессов позволяет получить данные о повреждении элементов, т.е. о слабых местах.

2. Статус объекта. На рассматриваемом объекте можно регулировать процессы. Например, при восстановлении поврежденного покрытия или водоотведения решение о ликвидации дефектов объекта можно представить не только как индивидуальное, но и как унифицированное.

В рамках объектного разделения предмета моделирования могут возникать трудности, связанные с тем, что взаимосвязанные части одного процесса выполняются различными элементами и конструкциями, что может изменить затраты на моделирование. Кроме того, необходимо группирование слабых мест для параллелизации операций, увеличивающих их эффективность [6].

После разделения предмета моделирования необходимо определить возможные проблемные операции. Для каждого процесса ликвидации слабых мест необходимо получить предварительную информацию на определенном эксплуатационном этапе в рамках ситуации «как есть». Эти этапы представлены ниже:

- название, цель или задача процесса;
- принадлежность процесса к основным или вспомогательным;
- наличие документации по идентификации процессов;
- актуальность выполнения работ на данном этапе, причинно-следственная связь с другими элементами;
- определение иерархических взаимосвязей внутри организации;
- время выполнения операций процесса и возможные отклонения во времени, вследствие возникновения ошибок в процессе, а также время доработок;
- величина затрат.

Ввиду сложных причинно-следственных связей, результаты отдельных мероприятий по ликвидации дефектов могут быть не всегда заранее предугаданы. Для оценки структур процессов «как должно быть» целесообразным является расчет различных показателей (времени выполнения или средних затрат) на выполнение процесса. Эти данные могут служить для планирования операций и мощностей. Однако достоверное определение показателей возможно только на основе реализованных процессов, поэтому расчет аналитическим путем связан со значительными затратами. Предварительное описание процессов является инструментом оценки структуры процесса с помощью изучения поведения отдельных элементов процессов до момента их реализации.

Разработанные модели процессов и операций требуют внедрения. Это может быть на одном объекте или нескольких, на одном эксплуатационном этапе или на нескольких. Методы внедрения могут быть представлены в двух вариантах [6]:

- «осторожная» стратегия внедрения;
- стратегия «быстрого внедрения».

«Осторожная» стратегия внедрения моделей процессов предполагает внедрение их при моделировании «как должно быть» только в одном месте в рамках одной функции, которая носит пилотный характер для приобретения опыта. Возможные проблемы в результате ошибочной концепции затрагивают лишь ограниченную сферу (зону) и поддаются контролю и корректировке. Однако такая стратегия предполагает более длительные сроки внедрения.

Стратегия «быстрого внедрения» предполагает внедрение моделей процессов на нескольких объектах или зонах влияния, а процессы могут быть внедрены на одном эксплуатационном этапе. Здесь возникает много рисков, и стратегию можно внедрить за счет жесткого управления. Эта стратегия не предусматривает последовательного накопления опыта.

Выводы

Таким образом, системная схема протекающих процессов описывает дискретный процесс эксплуатации мостового сооружения в течение определенного периода времени на основе анализа ситуации «как есть» для каждого эксплуатационного состояния с прогнозом ситуации «как должно быть».

Литература

1. Бильченко А.В. Мультиперспективные модели процесса эксплуатации мостовых сооружений / А.В. Бильченко, А.Г. Кислов // Мости та тунелі: Теорія, дослідження, практика: зб. наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – 2014. – Вип. 6. – С. 14–17.
2. 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. 2015. – Вип. 5(79). – 9 с.
3. Беккер Й. Менеджмент процессов / Й. Беккер, Н. Волков, В. Таратухин и др. – М.: ЭКСМ, 2008. – 624 с.
4. Споруди транспорту. Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів: ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2009. – Київ, 2009. – 50 с.
5. Система управления данными о мостах и регистрация мостов: Справка Главного дорожного управления. – Хельсинки, 1994. – 35 с.
6. Матвеев И.К. Модели управления эксплуатацией мостовых сооружений: дисс... канд. техн. наук: 05.23.11 / И.К. Матвеев. – Воронеж, 2006. – 138 с.

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

Статья поступила в редакцию 28 апреля 2015 г.
