



РАЗРАБОТКА СЕТЕВОЙ МОДЕЛИ МОНИТОРИНГА И УСТРАНЕНИЯ УГРОЗ

М. В. Калашникова

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

В настоящей статье рассматривали сетевую модель мониторинга и устранения угроз для вантового моста. Перед построением сетевого графика разрабатывали перечень событий мониторинга и устранения проблемы. Затем выявили работы, связывающие события мониторинга и устранения проблемы с указанием их последовательности, времени выполнения работ и количества проблем, возникающих при каждой из них.

Ключевые слова: процесс, вантовый мост, мониторинг, сетевой график, события, угрозы.

Для цитирования:

Калашникова, М. В. Разработка сетевой модели мониторинга и устранения угроз / М. В. Калашникова // Системный анализ и логистика. – 2023. – № 4(38). – с. 39 – 46. DOI: 10.31799/2077-5687-2023-4-39-46.

DEVELOPMENT OF A NETWORK MODEL FOR MONITORING AND ELIMINATING THREATS

M. V. Kalashnikova

St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

In this article, we considered a network model of threat monitoring for a cable-stayed bridge. Before building the network schedule, we developed a list of monitoring events for the problem. Then the works linking the monitoring events of the problem were identified, indicating their sequence, the time of work and the number of problems that arise with each of them.

Keywords: process, cable-stayed bridge, monitoring, network schedule, events, threats.

For citation:

Kalashnikova, M. V. Development of a network model for monitoring and eliminating threats / M. V. Kalashnikova // System analysis and logistics. – 2023. – № 4(38). – p. 39 – 46. DOI: 10.31799/2077-5687-2023-4-39-46.

Введение

Мониторинг – система постоянного наблюдения за явлениями и процессами, проходящими в окружающей среде и обществе, результаты которого служат для обоснования управленческих решений по обеспечению безопасности людей и объектов экономики.

В рамках системы наблюдения происходит оценка, контроль объекта, управление состоянием объекта в зависимости от воздействия определённых факторов [1, 2].

Цель работы: разработать сетевую модель мониторинга и устранения угроз вантового моста.

Задачи, которые необходимо выполнить для достижения поставленной цели:

1. Определить список возможных проблем, связанных с ведением мониторинга, а также проанализировать путь устранения угроз.
2. Создать сетевую модель мониторинга угроз, устранения угроз.
3. Проанализировать сетевые графики.

Методы исследования: описание, сравнение, индукция, анализ, синтез, моделирование, расчеты

Список возможных проблем, связанных с ведением мониторинга (List of possible problems related to monitoring)

Для составления сетевой модели мониторинга проблем нужно определить список возможных проблем, которые могут возникнуть вследствие тех или иных действий и время, которое они требуют для идентификации угроз. В таблице 1 приведен перечень событий мониторинга проблемы.



Таблица 1 – Перечень событий появления проблемы

Обозначение	Наименование событий мониторинга проблемы
a ₀	Принятие решения руководством о необходимости мониторинга
a ₁	Постановка задачи главному инженеру
a ₂	Постановка задачи персоналу, участвующему в проведении мониторинга
a ₃	Мониторинг факторов связанных с ресурсами
a ₄	Мониторинг конструктивных факторов
a ₅	Мониторинг факторов, связанных с функционированием объекта
a ₆	Мониторинг сетей и линий электроснабжения
a ₇	Мониторинг финансирования объекта
a ₈	Мониторинг нагрузки в виде машин
a ₉	Мониторинг состояния балки жёсткости
a ₁₀	Мониторинг состояния шарнирной подвижной опорной части
a ₁₁	Мониторинг состояния пилонов
a ₁₂	Мониторинг состояния крепления вантов
a ₁₂	Мониторинг штатного расписания
a ₁₃	Мониторинг профессиональной пригодности кадрового состава
a ₁₄	Тест-контроль технических систем и элементов
a ₁₅	Отчет главному инженеру
a ₁₆	Отчет руководству

Работы, связывающие события мониторинга проблемы, внесены в таблицу 2 с указанием их последовательности, времени выполнения работ и количества проблем, возникающих при каждой из них. В данной таблицы указаны обозначения работ на сетевом графике, а также предшествующие работы каждой из обозначенных работ. Стоит сказать, что в таблице приведен также перечень последующих работ, то есть работы, которые проводятся после обозначенных работ [3, 4].

Таблица 2 – Перечень работ, связывающих события мониторинга проблемы

Обозначение работ	Наименование работ	Время выполнения работ, часы	Предшествующие работы	Последующие работы
A ₀₋₁	Выбор ответственного лица за проведение мониторинга, определение сроков мониторинга	1	-	A ₁₋₂
A ₁₋₂	Разработка плана мониторинга безопасности; Назначение ответственных лиц; Распределение обязанностей между ними	1	A ₀₋₁	A ₂₋₃ , A ₂₋₄ , A ₂₋₅
A ₂₋₃	Определение составных частей и позиций для осуществления обследования и проверки	3	A ₁₋₂	A ₃₋₆ , A ₃₋₇ , A ₃₋₈
A ₂₋₄	Определение составных частей, и позиций для осуществления обследования и проверки	3	A ₁₋₂	A ₄₋₉ , A ₄₋₁₀ , A ₄₋₁₁ , A ₄₋₁₂
A ₂₋₅	Определение составных частей и позиций для осуществления обследования и проверки	3	A ₁₋₂	A ₅₋₁₃ , A ₅₋₁₄
A ₃₋₆	Запрос о плановых работах по проверки исправности кабелей	4	A ₂₋₃	A ₆₋₁₆



Продолжение Таблицы 2

Обозначение работ	Наименование работ	Время выполнения работ, часы	Предшествующие работы	Последующие работы
A3-7	Проверка финансовой отчетности на прошлые года, расчет средств на обслуживание, обеспечение безопасности и прочие расходы	10	A2-3	A7-16
A3-8	Запрос о плановых работах по проверки износа моста и определения нагрузки на мост в виде машин	5	A2-3	A8-16
A4-9	Проверка графика обслуживания и сроков по мониторингу по нагрузке на балку жёсткости	6	A2-4	A9-15
A4-10	Проверка графика обслуживания и сроков по мониторингу повреждению шарнирной подвижной опорной части	5	A2-4	A10-15
A4-11	Проверка состояния надежности пилонов	6	A2-4	A11-15
A4-12	Проверка состояния надежности вантов	5	A2-4	A12-15
A5-13	Сопоставления кадрового состава со штатным расписанием	1	A2-5	A12-15
A5-14	Проверка компетентности работников, которые обслуживают мост. Проверка журналов по обслуживанию моста и сравнение с утвержденным графиком	9	A2-5	A13-16
A9-15	Проверка деформации балки жёсткости	2	A4-9	A15-16
A10-15	Проверка работоспособности шарнирной подвижной опорной части	1	A4-10	A15-16
A11-15	Проверка работы износа пилонов	1	A4-11	A15-16
A12-15	Проверка крепления вантов	1	A4-12	A15-16
A6-16	Составление отчета о результатах мониторинга; Передача главному инженеру актуального графика плановых работ от обслуживающей компании	1	A3-6	A16-17
A7-16	Предоставление главному инженеру конкретного перечня позиций, требующих финансирования и планируемый бюджет по этим позициям; Отчет о проведенном мониторинге	1	A3-7	A16-17
A8-16	Составление отчета о результатах мониторинга; Передача главному инженеру актуального графика плановых работ от обслуживающей компании	1	A3-8	A16-17
A15-16	Отчет о состоянии элементов всех систем вантового моста	2	A9-15, A10-15, A11-15 A12-15	A16-17
A13-16	Отчет о состоянии кадрового состава	1	A5-13	A16-17
A14-16	Отчет о профпригодности и добросовестности персонала	1	A5-14	A16-17
A16-17	Отчет главного технолога генеральному директору по итогам комплексного мониторинга	1	A6-16, A7-16, A8-16, A13-16, A14-16, A15-16.	-



Отразим последовательность появления событий, приводящих к проблеме, в виде сетевой модели, представленной на рисунке 1. В сетевой модели приведены наглядно таблица 2, а также взаимодействия событий между собой и их последовательность, которая в результате вытекает в событие конечное «Отчет главного технолога генеральному директору по итогам комплексного мониторинга». Также в сетевой модели указано время выполнения той или иной работы, что в свою очередь упростит расчет критического пути [5, 6].

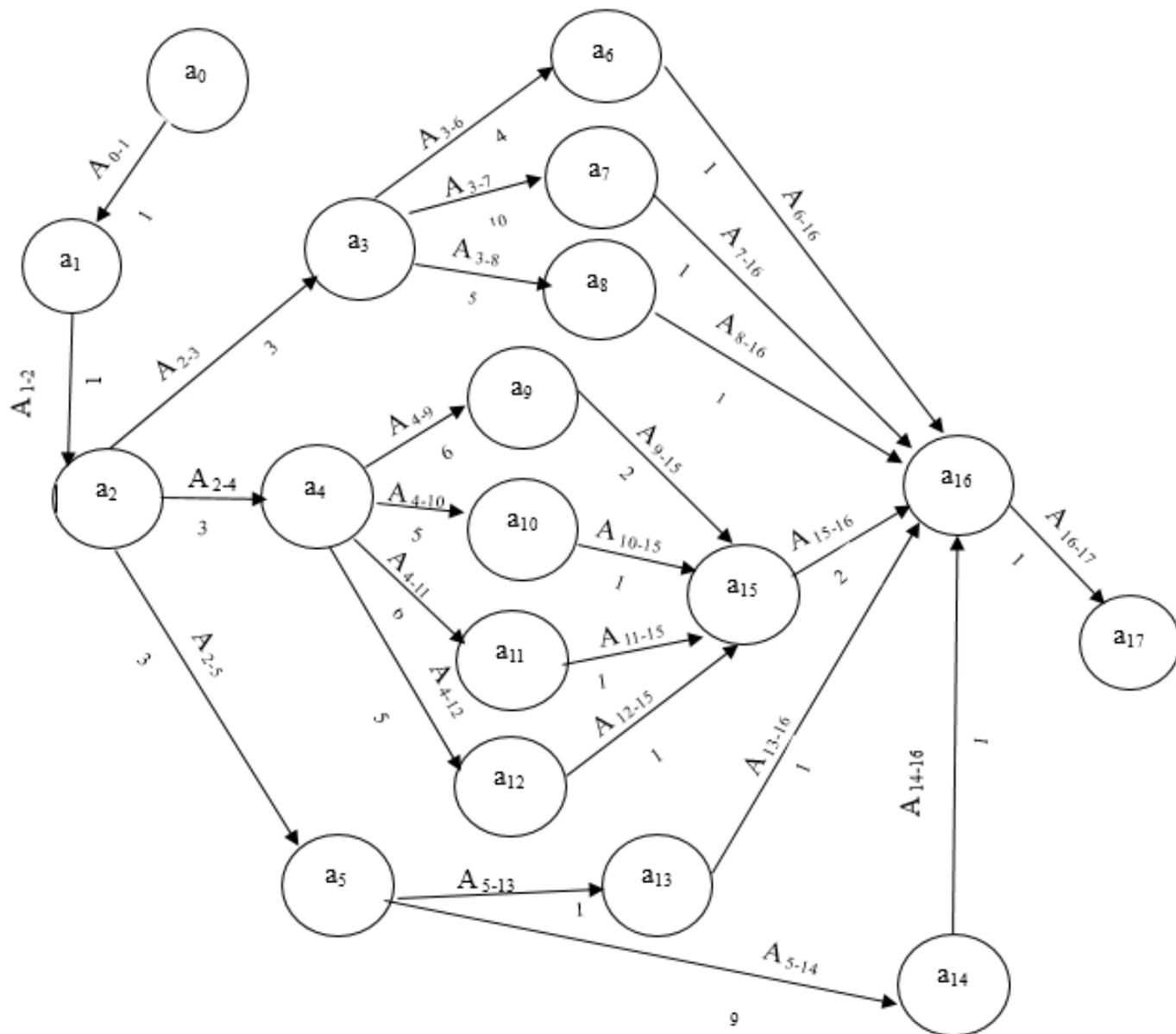


Рис. 1. Сетевая модель мониторинга проблемы.

Сетевая модель устранения угроз (Network model of threat elimination)

Для составления сетевой модели устранения угроз нужно определить список возможных проблем, которые могут возникнуть вследствие тех или иных действий и время, которое они требуют для устранения. Проблемы приведены в таблице 3.



Таблица 3 – Перечень событий нейтрализации проблемы

Обозначение	Наименование событий нейтрализации проблемы
a ₀	Принятия решения о повышении уровня безопасности
a ₁	Обнаружение угроз
a ₂	Поиск решений по устранению фактора, связанного с ресурсами
a ₃	Поиск решений по устранению факторов, связанных с конструкцией
a ₄	Поиск решений по устранению фактора, связанного с функционированием объекта
a ₅	Проведение мероприятий по устранению перебоев электроэнергии, мероприятия направлены на проверку электрокабелей.
a ₆	Пересмотр плана расходов на финансирование объекта, проверка целесообразности трат
a ₇	Проведение мероприятий по предотвращению перегрузки конструкции моста, ввод системы по взвешиванию машин.
a ₈	Проведение мероприятий ремонту и замену балки жёсткости
a ₉	Проведение мероприятий ремонту и замену шарнирно подвижных опорных частей
a ₁₀	Проведение мероприятий ремонту пилонов
a ₁₁	Проведение мероприятий ремонту и замену вынгов
a ₁₁	Рациональное распределение трудовых ресурсов
a ₁₂	Обеспечение высококвалифицированным персоналом
a ₁₃	Контрольная проверка принятых мер
a ₁₄	Нормальное функционирование объекта

В таблице 4 перечислены работы, связывающие события при устранении проблемы. Также указана их последовательность, время выполнения работ и количества проблем, возникающих при выполнении каждой из работ.

Таблица 4 – Перечень работ, связывающих события устранения проблемы

Обозначение работ	Наименование работ	Время выполнения работ, часы	Предшествующие работы	Последующие работы
1	2	3	4	5
A ₀₋₁	Постановка задачи главному технологу об организации повышения уровня безопасности	1	-	A ₁₋₂ , A ₁₋₃ , A ₁₋₄
A ₁₋₂	Определение решений по устранению экономических угроз	4	A ₀₋₁	A ₂₋₅ , A ₂₋₆ , A ₂₋₇
A ₁₋₃	Определение решений по устранению угроз, связанных с конструктивной угрозой	5	A ₀₋₁	A ₃₋₈ , A ₃₋₉ , A ₃₋₁₀ , A ₃₋₁₁
A ₁₋₄	Определение количества кадрового состава, навыков и умений персонала	2	A ₀₋₁	A ₄₋₁₂ , A ₄₋₁₃
A ₂₋₅	Установка генераторов, обучение персонала быстрого перехода на резервное питание, нанять дополнительное штатных электриков	10	A ₁₋₂	A ₅₋₁₄



Продолжение Таблицы 4

Обозначение работ	Наименование работ	Время выполнения работ, часы	Предшествующие работы	Последующие работы
A ₂₋₅	Установка генераторов, обучение персонала быстрого перехода на резервное питание, нанять дополнительное штатных электриков	10	A ₁₋₂	A ₅₋₁₄
A ₂₋₆	Перерасчет и перераспределение средств, создание дополнительного резервного капитала.	5	A ₁₋₂	A ₆₋₁₄
A ₂₋₇	Установка дополнительной системы по определению загрузки моста, определение веса машин перед заездом на мост.	11	A ₁₋₂	A ₇₋₁₄
A ₃₋₈	Замена неисправных элементов балки жёсткости, обновление графика осмотра и обслуживания	4	A ₁₋₃	A ₈₋₁₄
A ₃₋₉	Замена ненадежных частей шарнирно подвижной опорной части, обновление графика осмотра и обслуживания	6	A ₁₋₃	A ₉₋₁₄
A ₃₋₁₀	Замена неисправных элементов пилона, обновление графика осмотра и обслуживания	10	A ₁₋₃	A ₁₀₋₁₄
A ₃₋₁₁	Замена неисправных вантов, обновление графика осмотра и обслуживания	10	A ₁₋₃	A ₁₁₋₁₄
A ₄₋₁₂	Укомплектование штата	3	A ₁₋₄	A ₁₂₋₁₄
A ₄₋₁₃	Дополнительное обучение персонала необходимым навыкам и умениям	3	A ₁₋₄	A ₁₃₋₁₄
A ₅₋₁₄	Проверка работоспособности системы	2	A ₂₋₅	A ₁₄₋₁₅
A ₆₋₁₄	Контрольная проверка учета всех расходов	1	A ₂₋₆	A ₁₄₋₁₅
A ₇₋₁₄	Проверка работоспособности системы	3	A ₂₋₇	A ₁₄₋₁₅
A ₈₋₁₄	Проверка работоспособности систем	2	A ₃₋₈	A ₁₄₋₁₅
A ₉₋₁₄	Проверка работоспособности систем	1	A ₃₋₉	A ₁₄₋₁₅
A ₁₀₋₁₄	Проверка работоспособности систем	2	A ₃₋₁₀	A ₁₄₋₁₅
A ₁₁₋₁₄	Проверка работоспособности систем	1	A ₃₋₁₁	A ₁₄₋₁₅
A ₁₂₋₁₄	Анализ распределения трудовых ресурсов	4	A ₄₋₁₂	A ₁₄₋₁₅
A ₁₃₋₁₄	Контроль сроков фактического обслуживания и осмотра, проверка знаний персонала	5	A ₄₋₁₃	A ₁₄₋₁₅
A ₁₄₋₁₅	Заключение об исправной работе системы вантового моста	8	A ₅₋₁₄ , A ₆₋₁₄ , A ₇₋₁₄ , A ₈₋₁₄ , A ₉₋₁₄ , A ₁₀₋₁₄ , A ₁₁₋₁₄ , A ₁₂₋₁₄ , A ₁₃₋₁₄	-

Отразим последовательность появления событий, приводящих к проблеме, в виде сетевой модели, представленной на рисунке 2

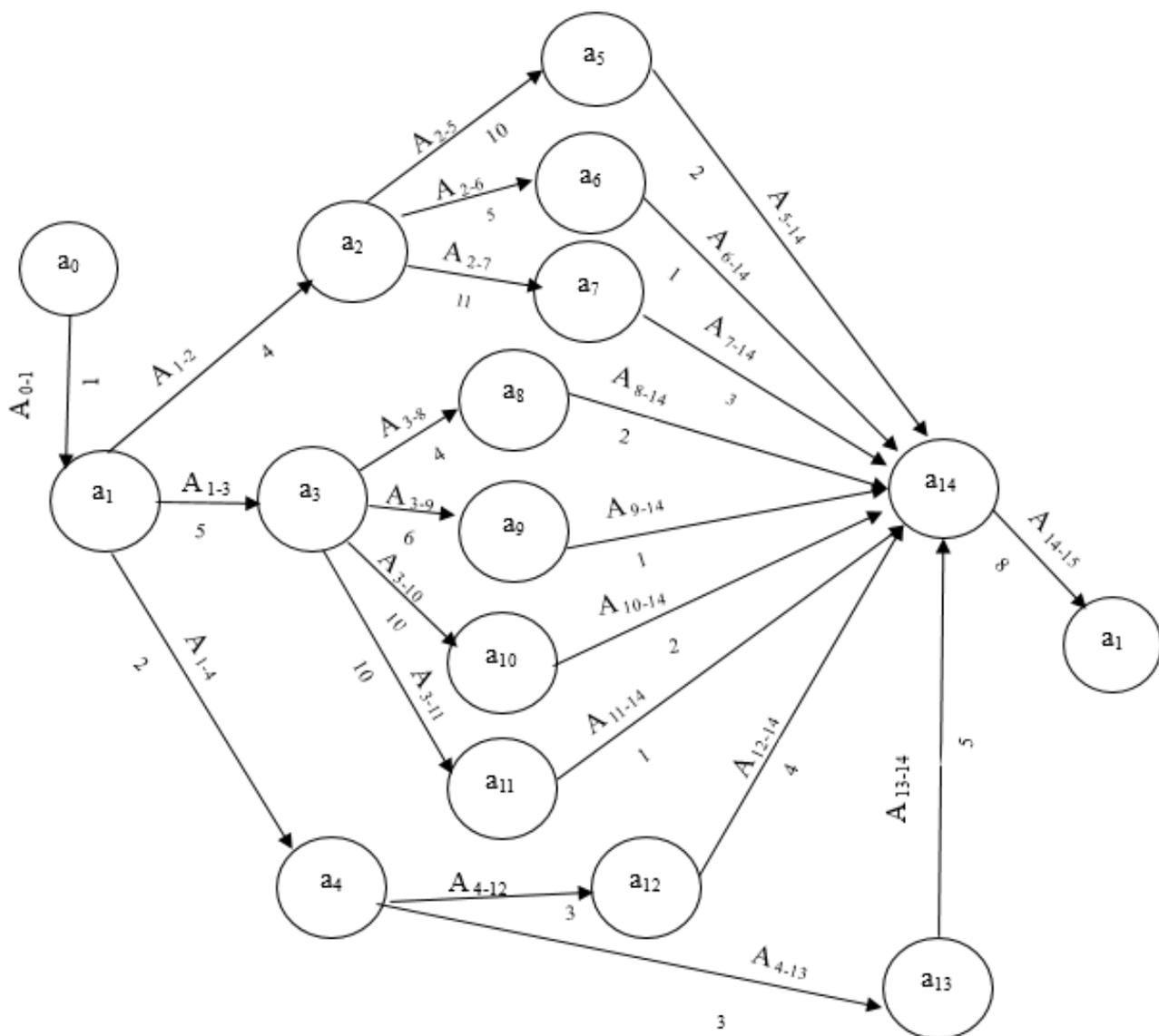


Рис. 2. Сетевая модель устранения угроз

Заключение

В данной работе разработать модель управления процессом обеспечения безопасности вантового моста. В результате анализа сетевой модели, выявлены критические пути для мониторинга процессов, которые имеют 6 интервалов:

1. Выбор ответственного лица за проведение мониторинга, определение сроков мониторинга
2. Разработка плана мониторинга безопасности, назначение ответственных лиц, распределение обязанностей между ними.
3. Определение составных частей и позиций для осуществления обследования и проверки.
4. Проверка финансовой отчетности на прошлые года, расчет средств на обслуживание, обеспечение безопасности и прочие расходы.
5. Предоставление главному инженеру конкретного перечня позиций, требующих финансирования и планируемый бюджет по этим позициям, отчет о проведенном мониторинге.
6. Отчет о состоянии элементов всех систем вантового моста

Определили время продолжительность критического пути исходя из модели мониторинга безопасности вантового моста, которое составило 64 часа.



Также было рассчитано время решения проблемы, которое составило 26 часов.

В результате анализа сетевой модели, выявлены критические пути для устранения угроз, которые имеют 5 интервалов:

1. Постановка задачи главному технологу об организации повышения уровня безопасности.
2. Определение решений по устранению угроз, связанных с конструктивной угрозой.
3. Замена неисправных элементов пилона, обновление графика осмотра и обслуживания.
4. Проверка работоспособности систем.
5. Заключение об исправной работе системы вантового моста.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Stroyone.com: Характеристики моста [Электронный ресурс]: – URL: <https://stroyone.com/bridge/cable-stayed-bridge/vantovyj-bolshoj-obuhovskij-most-cherez-reku-nevu.html> (дата обращения: 20.10.2023)
2. Википедия: Большой Обуховский мост [Электронный ресурс]: – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Большой_Обуховский_мост (дата обращения: 24.10.2023)
3. Бурлов В. Г. Основы моделирования социально-экономических и политических процессов (Методология. Методы) / Бурлов В. Г. – СПб: Факультет Комплексной Безопасности, СПбГПУ, 2007 г. – 265 с.
4. Бурлов В.Г. Математические методы моделирования в экономике. Часть 1 / Бурлов В. Г. – СПб. СПбГПУ, Факультет безопасности, НП «Стратегия будущего», 2007. – 330 с.
5. Burlov V. G. Development of a model for social system management in the construction process taking into account manager's qualification / V. G. Burlov, A. M. Grobitski // Humanities&Science University Journal. – 2015. – № 15. – P. 45-57.
6. Burlov V.G. Construction management in terms of indicator of the successfully fulfilled production task / V. G. Burlov, A. M. Grobitski, A. M. Grobitskaya // Magazine of Civil Engineering. – 2016. – № 3. – P. 77–91. doi: 10.5862/MCE.63.5.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Калашникова Мария Владимировна –

Ассистент кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий и промышленной безопасности

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения
190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

E-mail: mgovor42@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Kalashnikova Maria Vladimirovna –

Assistant of the Department of Metrological Support of Innovative Technologies and Industrial Safety
Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia

E-mail: mgovor42@gmail.com