

порыву рукавов вследствие гидроудара либо срыв соединительной головки с рукава, то **целью работы** являлось определение изменения давлений в магистральной линии при наезде на нее автомобилем с целью возможного установления клапана для сброса избыточного давления.

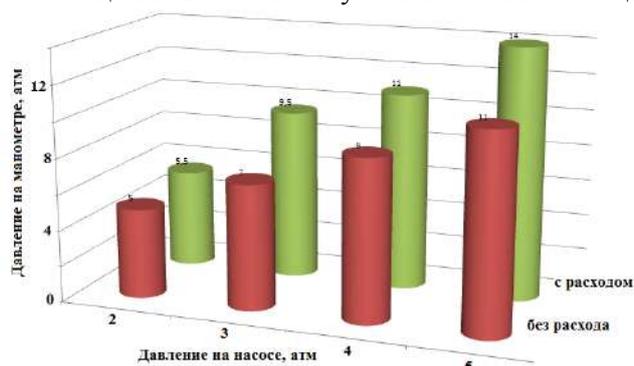


Рисунок 2 – Зависимость увеличения давления в рукавной линии при наезде на нее автомобиля, движущегося со скоростью 10 км/ч, на расстоянии в 1 м от места наезда

привести к разрыву рукавной линии. Следует обратить внимание на то, что при истечении воды на тушение пожара в момент наезда на рукавную линию изменение давления более заметно, чем при перекрытом стволе.

Сравнительный анализ рисунков 2 и 3 свидетельствует, что увеличение скорости движения автомобиля от 10 до 30 км/ч при наезде на рукавную линию при перекрытом стволе приводит к увеличению скачка давления при одинаковом напоре на насосе более чем в 1,5 раза.

Таким образом, при наезде автомобиля на рукавную линию даже на скорости 10 км/ч значение давления увеличивается свыше нормативного. Это может привести к порыву рукавов либо срыву соединительной головки с рукава. Установление клапана избыточного давления в рукавных линиях на расстоянии в несколько метров от предполагаемого места наезда (у края проезжей части) позволит снизить давление в рукавной линии до приемлемых значений.

Нами было установлено, что при наезде на магистральную рукавную линию Ø77 мм перепад давлений в них не равномерен. Наибольшее давление в рукавной линии наблюдается между автоцистерной, установленной на водоисточник, и местом наезда с постепенным уменьшением к стволу. Около ствола давление возрастает на 1 атм при скорости движения автомобиля 10 км/ч при любом значении напора насоса (рисунок 2).

Из рисунка 2 видно, что при наезде на рукавные линии даже на скорости 10 км/ч давление возрастает свыше испытываемого значения (1-я категория – 9 атм; 2-я категория – 8 атм; 3-я категория – 7 атм) [2], что может

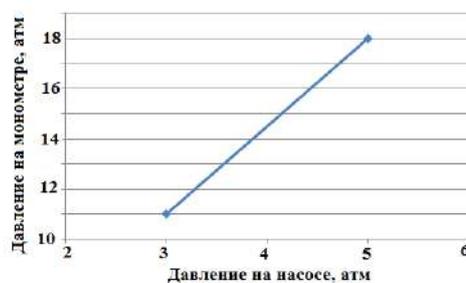


Рисунок 3 – Зависимость увеличения давления в рукавной линии при наезде на нее автомобиля, движущегося со скоростью 30 км/ч, на расстоянии в 1 м от места наезда

Список литературы

- 1 Приказ МЧС Республики Беларусь № 185 от 30.06.2017 «Об утверждении боевого устава органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь по организации тушения пожаров».
- 2 Приказ МЧС Республики Беларусь № 300 от 07.10.2019 «Об утверждении инструкции о порядке эксплуатации пожарных рукавов в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь».

УДК 656.211:004

ОСНОВЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ СТАНЦИИ

А. Г. КОТЕНКО

Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I, Российская Федерация

Появление микроэлектронных устройств серийного производства, способных взаимодействовать с средствами автоматизации, выполнять вычисления и обмениваться информацией по стандартным интернет-протоколам, постепенно меняет системы управления за счет тесной интеграции вычислительных и физических процессов, формируя информационно-технологическую концепцию киберфизических систем (КФС) [1–3].

Одной из реализаций КФС является промышленный интернет вещей – территориально-распределенная вычислительная сеть объектов, оснащенных измерительными, телекоммуникационными

ми и управляющими модулями для взаимодействия между собой и внешней средой с последующим предоставлением заданных сервисов [2].

Применительно к железнодорожным станциям такие системы позволяют обеспечить реализацию технологий управляемой самоорганизации функционирования технологических процессов и могут рассматриваться как варианты интеллектуальных самоуправляемых станционных систем [4; 5].

Основные направления перехода к таким КФС состоят в замене отраслевых протоколов взаимодействия устройств на интернет-протоколы и оснащении вычислительными устройствами не только ключевых элементов технологического процесса, но и практически всех ресурсов станции.

Внедрение таких КФС связано с активным ростом количества элементов автоматики, возрастанием степени междисциплинарности, применением быстро меняющихся схем взаимодействия технических средств. В то же время оно сталкивается с неопределенностью поведения подсистем работы станции, избыточностью их взаимосвязей, разнообразием функций управления и территориальной распределенностью объектов. Это существенно ужесточает требования к четкости выражения и упорядоченности физических и вычислительных процессов, формальному определению целей, пространственно-временных, технических, технологических и финансовых ограничений [6; 7].

Для преодоления этих трудностей используется единое полимодельное логико-динамическое описание предметной области, направленное на реализацию возможности одновременного решения задачи синтеза технологии управления КФС и задачи планирования операций, потоков и ресурсов [6]. На алгоритмическом уровне такой подход предусматривает применение моделей управления операциями, параметрами операций и структурами, а также вспомогательными динамическими моделями для учета требований, связанных с прерываниями операций [8]. Технически это приводит к тому [4; 9–12], что в пределах станции количество измерительных каналов интернета вещей может составлять сотни единиц, содержащих территориально разнесенные датчики, как скалярных, так и тензорных величин; измерительная информация должна передаваться на большие расстояния по проводным и беспроводным каналам и, следовательно, ее обработка может осуществляться с использованием различных вычислительных технологий, в том числе облачных, при этом процесс обработки должен быть близок к реальному масштабу времени. Экономическая целесообразность создания такой КФС может быть обеспечена только тогда, когда информация и знания, на которые она опирается, отличаются высокой достоверностью, а эксплуатационные затраты достаточно малы [9; 13]. В концептуальном плане это означает, что в рамках решения задачи планирования работы КФС понятия управления технологическим процессом и управления соответствующей этому процессу киберфизической системой используются как тождественные [7; 14].

Таким образом, при переходе к промышленным КФС происходит актуализация проблем рациональной организации технологических процессов, среди которых традиционно выделяются проблемы оптимизации эксплуатационных затрат и, в частности, управления потерями при осуществлении технологических операций.

Список литературы

- 1 Industrial Internet of Things and Cyber Manufacturing Systems / S. Jeschke [et al.] // Industrial Internet of Things / eds. : S. Jeschke [et al.]. – NY : Springer International Publishing, 2017. – P. 3–19.
- 2 **Черняк, Л.** Платформа Интернета вещей / Л. Черняк // Открытые системы. СУБД. – 2012. – № 7.
- 3 **Цветков, В. Я.** Киберфизические системы / В. Я. Цветков // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 6–1. – С. 64–65.
- 4 **Куприяновский, В. П.** Киберфизические системы как основа цифровой экономики / В. П. Куприяновский, Д. Е. Намиот, С. А. Сиягов // International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Vol. 4. – No. 2. – P. 18–24.
- 5 **Oks, S.** An Application Map for Industrial Cyber-Physical Systems / S. Oks, A. Fritzsche, K. Möslein. // Industrial Internet of Things / eds. : S. Jeschke [et al.]. – NY : Springer International Publishing, 2017. – P. 21–46.
- 6 **Потрясаев, С. А.** Математическое и программное обеспечение синтеза технологий и планов работы киберфизических систем / С. А. Потрясаев // Изв. вузов. Приборостроение. – 2018. – Т. 61. – № 11. – С. 939–946.
- 7 **Gilchrist, A.** Industry 4.0: The Industrial Internet of Things / A. Gilchrist. – NY : Springer International Publishing, 2016. – 250 p.
- 8 **Охтилев, М. Ю.** Интеллектуальные технологии мониторинга и управления структурной динамикой сложных технических объектов / М. Ю. Охтилев, Б. В. Соколов, Р. М. Юсупов. – М. : Наука, 2006. – 410 с.
- 9 **Wolf, W.** Cyber-physical systems / W. Wolf // Computer. – 2009. – No. 3. – P. 88–89.
- 10 Cyber Physical Production Control / A. Schuh [et al.] // Industrial Internet of Things / eds. : S. Jeschke [et al.]. – NY : Springer International Publishing, 2017. – P. 519–539.
- 11 **Reniers, M.** Model-Based Engineering of Supervisory Controllers for Cyber-Physical Systems / M. Reniers, J. van de Mortel-Fronczak, K. Roelofs // Industrial Internet of Things / eds. : S. Jeschke [et al.]. – NY : Springer International Publishing, 2017. – P. 111–136.

12 **Elattar, M.** Communications for Cyber-Physical Systems / M. Elattar, V. Wendt, J. Jasperneite. // Industrial Internet of Things / eds. : S. Jeschke [et al.]. – NY : Springer International Publishing, 2017. – P. 347–372.

13 **Назаров, Д. И.** Модели и программный комплекс решения задач планирования измерительно-вычислительных операций в киберфизических системах / Д. И. Назаров // Изв. вузов. Приборостроение. – 2018. – Т. 61. – № 11. – С. 947–955.

14 **Feeney, A.** Cyber-Physical Systems Engineering for Manufacturing / A. Feeney, S. Freechette, V. Srinivasan // Industrial Internet of Things / eds. : S. Jeschke [et al.]. – NY : Springer International Publishing, 2017. – P. 81–110.

УДК 629.42

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ ЛОКОМОТИВНОГО ПАРКА НА ПОЛИГОНЕ

О. Г. КОТЕНКО

*Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I
Российская Федерация*

Внедрение полигонных схем организации перевозок, направленных на развитие принципов использования локомотивных парков, принадлежащих различным дорогам, дало толчок реализации программ по увеличению межремонтных пробегов локомотивов и движению грузовых поездов по расписанию, созданию новой системы управления тягой на базе центров управления тяговыми ресурсами, изменению структуры управления диспетчерским аппаратом, вводу в эксплуатацию грузовых тепловозов и электровозов повышенной мощности, переводу на аутсорсинг технического обслуживания и ремонта подвижного состава, расширению штата диспетчерского аппарата за счет персонала сервисных компаний и формированию сквозной технологии организации перевозочного процесса на укрупнённых полигонах сети [1–3].

Сегодня на базе сквозной технологии организации перевозочного процесса на полигонах решаются вопросы технологической регламентации перевозок, управления поездной работой (на основе построения энергооптимальных графиков движения и выявления предотказного технического состояния подвижного состава), объединения учета показателей работы (на базе автоматизированного анализа причин и определения ответственности нарушений технологии перевозок) [4–7].

Важными задачами технологической регламентации в границах полигонов являются оптимизация схем участков обращения локомотивов и работы локомотивных бригад, норм массы и длины грузовых поездов, выработка и обоснование мер по повышению провозной способности линий и эффективности перевозок на основе процессного подхода и принципов «бережливой транспортной системы». В качестве критерия решения таких задач используется значение производительности локомотива как одного из важнейших показателей качества эксплуатационной работы [8–10].

Вместе с тем, в условиях стремления к росту производительности труда и рассмотрения ее в виде основного источника экономического роста и повышения эффективности работы железных дорог [11], значимым аспектом в решении проблемы технологической регламентации может стать производительность труда локомотивных бригад. Известно, что работники бригад составляют наиболее дорогостоящий и квалифицированный трудовой ресурс железнодорожного транспорта, а рациональная организация труда поездных бригад является необходимым условием повышения качества эксплуатационной работы, формирования уровня себестоимости перевозок, показателей использования трудовых, материальных и финансовых ресурсов [12; 13].

В основе полигонной модели управления перевозочным процессом [14] решение задачи выбора способа тягового обслуживания грузовых поездов (ТОГП) в границах отдельного участка обращения локомотивов (УОЛ).

В общем виде такая задача может быть сформулирована следующим образом:

- имеется полигон, включающий в себя несколько УОЛ для локомотивов различных по мощности;
- заданы размеры движения на участках работы локомотивных бригад (ЛБ) и технология пуска поездопотока;
- требуется выбрать такие способы ТОГП в границах отдельных УОЛ, чтобы управление эксплуатацией локомотивов на полигоне обеспечивало выполнение планового объёма перевозок с наименьшими затратами тягово-энергетических ресурсов и минимальным числом ЛБ.