

воспользовались глобальной пандемией COVID-19 для создания фишинговых сайтов с целью кражи учетных данных и развертывания вредоносных программ.

Когда Мир готовился к Олимпийским играм 2020 года, не менее 16 национальных и международных спортивных и антидопинговых организаций на трех континентах подверглись атакам. Атаки начались 16 сентября 2019 г., после появления новостей о новых потенциальных действиях, которые собирается предпринять Всемирное антидопинговое агентство.

При вспышке COVID-19 16 различных национальных государственных субъектов избрали своей целью клиентов, вовлеченных в глобальные Меры реагирования на пандемию. Они использовали кризис в тематических приманках, чтобы расширить масштабы кражи учетных данных и расширить масштабы внедрения вредоносных программ.

Литература:

1. Microsoft\_Digital\_Defense\_Report\_2020\_September

*С.В. Болотов, к.т.н., доц.; К.В. Захарченков, к.т.н.; Е.В. Макаров, магистрант (Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Республика Беларусь); В.А. Фурманов, инженер-программист (ООО «Годел технолоджис»)*

## **ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНТРОЛЯ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ WELDINGCONTROL**

В рамках концепции четвертой промышленной революции «Индустрия 4.0» все более актуальным становится решение задач, связанных с созданием новых информационных технологий, обеспечивающих автоматизацию управления, в т.ч. контроля, технологических процессов и производств. Основой эффективного управления и контроля являются интеллектуальные алгоритмы, обеспечивающие автоматизацию функций управления и контроля.

Одним из современных направлений развития машиностроительных производств является автоматизация контроля параметров сварочных процессов. Актуальность данной задачи является существенное влияние человеческого фактора на качество сварочных работ в процессе сварки [1]. Особую актуальность решение данной задачи приобретает при выполнении сварочных работ на объектах повышенной опасности (на объектах и предприятиях теплоэнергетического и нефтегазового комплекса). При отсутствии эффективной системы контроля сварочных процессов имеют место отклонения параметров сварочных процессов (силы тока, напряжения на дуге, температуры наружного воздуха и межслойной температуры).

Интеллектуальная система WeldingControl [2], реализованная для повышения эффективности контроля сварочных работ, содержит аппаратную и программную часть. Аппаратная часть системы включает регистратор сварочных процессов, блок датчиков и пульт сварщика [2,3]. Программная часть системы содержит модуль обработки данных с регистраторов, модуль обработки

данных о сотрудниках, модуль обработки данных о технологических процессах, модуль интеллектуального контроля сварочных работ [2, 4].

Для реализации технологии повышения эффективности контроля сварочных процессов в интеллектуальную систему WeldingControl предварительно должны быть внесены следующие данные:

1) Сведения о сотрудниках: о руководителях сварочных работ, сварщиках, техническом надзоре. С учетом того, что сварщики должны периодически проходить аттестацию, для выполнения работ у сварщика должно быть действующее (не просроченное) удостоверение. Сварщик может выполнять только те работы, на которые действует область распространения его квалификации.

2) Сведения о технологических инструкциях. Параметры сварочных процессов определяются на основании технологических инструкций. Нарушение технологических инструкций приводит к ухудшению качества сварочных работ и, как следствие, необходимости проведения работ по устранению брака, вплоть до вырезки и повторной сварки стыка.

3) Сведения о сварочном оборудовании. Каждая единица сварочного оборудования имеет в системе уникальный идентификатор, который прошивается в RFID чипе, используемом для идентификации соответствующей единицы оборудования при проведении сварочных работ. Оборудование закрепляется за руководителем сварочных работ.

Технология повышения эффективности контроля сварочных процессов в интеллектуальной системе WeldingControl включает следующие основные этапы:

Этап 1. Ввод руководителем сварочных работ заданий на выполнение сварки в интеллектуальную систему WeldingControl. После регистрации в системе руководитель сварочных работ получает возможность ввода заданий для сварщиков.

Этап 2. Подготовка к выполнению задания. Данный этап включает следующие шаги:

Шаг 2.1. Идентификация сварщика. У каждого сварщика имеется удостоверение, содержащее прошитый в нем уникальный идентификатор. При идентификации сварщика интеллектуальная система автоматически определяет перечень работ, которые может выполнять сварщик.

Шаг 2.2. Выбор сварщиком задания на выполнение сварочных работ из списка заданий, введенных руководителем сварочных работ. При идентификации сварщика интеллектуальная система выполняет выборку заданий, выданных руководителем сварочных работ сварщику. Выбранные задания передаются на регистратор в виде списка, из которого сварщик выбирает задание, которое он будет выполнять.

Шаг 2.3. Прогрев металла в месте сварного соединения до температуры, необходимой для выполнения сварочных работ. На основании информации, поступившей с датчиков температуры, определяется соответствие температуры наружного воздуха и межслойной температуры требованиям технологической

инструкции на выполнение соответствующего сварочного процесса. Если температура наружного воздуха или межслойная температура не соответствует технологической инструкции, процесс сварки не запускается, на регистраторе и на пульте сварщика появляется соответствующее сообщение.

Этап 3. Регистрация параметров процесса при выполнении сварочных работ. Данный этап включает следующие шаги:

Шаг 3.1. Выставление на сварочном аппарате значений силы тока и напряжения на дуге, соответствующих технологической инструкции (диапазоны рекомендуемых значений отображаются на регистраторе).

Шаг 3.2. Запуск процесса регистрации. Перед началом сварочных работ сварщик нажимает на пульте кнопку, запускающую процедуру получения данных о сварочном процессе с датчиков и передачи их на сервер.

Шаг 3.3. Регистрация параметров сварочного процесса при выполнении работ. В процессе выполнения сварки шва данные с блока датчиков сравниваются с параметрами технологического процесса, записанными в регистраторе в соответствии с технологической инструкцией. При отклонении значений силы тока или напряжения на дуге от указанных в технологической инструкции, пульт сварщика выдает звуковой сигнал. На этапе переходного процесса в начале и в конце работ по сварке шва (в течение 2-3 секунд) звуковой сигнал не является показателем отклонений параметров технологического процесса от нормы.

Этап 4. Окончание сварки шва. По окончании процесса сварки шва сварщик нажимает на пульте кнопку, подтверждая окончание работы. В результате запускается передача данных на сервер, в процессе которой регистратор выдает звуковой сигнал. Для обмена данными с сервером используется стандарт GSM.

Этап 5. Оценка результатов контроля сварочных работ. По результатам выполнения сварочных работ для каждого шва формируется паспорт, содержащий информацию о параметрах сварочного процесса, соответствии режимов сварки технологической инструкции, графики изменения параметров сварочного процесса. При отклонении хотя бы одного из параметров сварочного процесса от технологической инструкции в течение 5 секунд во время сварки, шов считается не соответствующим требованиям к качеству сварного соединения, и требуется повторная сварка стыка. Кроме того, на данном этапе формируется отчет о работе сварщика и отчет о работе оборудования. В зависимости от отклонений значений параметров процесса сварки от средних значений, указанных в технологической инструкции, и от времени, в течение которого параметры процесса выходили за пределы допустимого диапазона, сварщику выставляется оценка.

Предложенная технология обеспечивает решение актуальной задачи повышения эффективности контроля качества сварочных работ. Автоматическая оценка качества работы сварщиков обеспечивает улучшение мотивации сварщиков к минимизации количества нарушений технологических инструкций в процессе выполнения работ.

#### Литература

1. Фурманов, В.А. Задача автоматизации контроля сварочных работ / В.А. Фурманов, Е. В. Макаров // 56-я студенческая науч.-техн. конф. Белорус.-Рос. ун-та: материалы науч.-техн. конф. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2020. – С. 174.
2. Болотов, С.В. Интеллектуальная система контроля сварочных работ / С.В. Болотов, К.В. Захарченко, В.А. Фурманов, Е. В. Макаров // Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте. Сборник научных трудов X-й Международной научно-технической конференции (ИММВ-2021, Коломна, 17-20 мая 2021 г.). В 2-х томах. Т2. – Смоленск: Универсум, 2021. – С. 369-379.
3. Болотов, С. В. Разработка блока датчиков сварочного тока и напряжения на дуге / С. В. Болотов, А.В. Янкович, Н.К Бобков // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы междунар. науч.-техн. конф. [Электронный ресурс] / редкол.: М.Е Лустенков (гл. ред.) [и др.]. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2021. – С.318.
4. Болотов, С.В. Система автоматизированного контроля работы сварщиков и качества сварочных работ / С.В. Болотов, Е.В. Макаров, В.А. Фурманов // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы междунар. науч.-техн. конф.: М. Е. Лустенков (гл. ред.) [и др.]; Могилев, 22–23 апреля 2021 г. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2021. – С. 358.

*А.В. Борисов, д.ф.-м.н., доц.*

*(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

*И.Е. Каспирович, аспирант*

*(ФГБОУ ВО НИУ Российский университет дружбы народов)*

*Р.Г. Мухарлямов, д.ф.-м.н., проф.*

*(ФГБОУ ВО НИУ Российский университет дружбы народов)*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕГОЛОНОМНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ДВУМЯ ПОДВИЖНЫМИ АБСОЛЮТНО ТВЕРДЫМИ ВЕСОМЫМИ ЗВЕНЬЯМИ<sup>2</sup>**

Моделирование движения многозвенных пространственных механизмов с наложенными неголономными связями является важной фундаментальной задачей, выделенной в специальный раздел механики и имеющей много практических приложений, что определяет актуальность темы исследования.

Данному направлению исследований посвящено большое количество публикаций. В статье [1] исследуется устойчивость и стабилизация стационарных движений неголономных механических систем, в частности вопрос о распространении подхода к решению задач стабилизации голономных систем на неголономные системы. Приводятся примеры использования описанных теоретических результатов. Имеется обширный список публикаций по данной проблеме. В книге [2] рассматривается несколько классических и современных задач неголономной механики, связанных с качением твердых тел. Проводится качественный и численный анализ, исследуются вопросы интегрируемости. Вопросы управления и стабилизации движений механических систем рассматриваются в работах Мухарлямова Р.Г. [3-4], Каспировича И.Е. [5].

Неголономные системы являются моделями большого количества природных и технических систем. Динамика неголономных систем описывается уравнениями Лагранжа с неопределенными множителями или имеют специфическую структуру, определяемую методом построения. Для описания движений слаломиста по наклонной плоскости используется метод Чаплыгина.

<sup>2</sup> Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 19-08-00261 А.