

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КВАНТОВЫХ КОМПЬЮТЕРОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

*А. В. СУГОРОВСКИЙ*

*ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I», Российская Федерация*

В статье рассматривается история отечественного развития систем интервального регулирования движения поездов, текущее состояние, а также перспективы их развития на базе искусственного интеллекта. Акцентируется внимание на создании систем нового поколения, способных в случае успешной их реализации обеспечивать скорость движения поездов до 500 км/ч и выше, при этом сделав движение по железной дороге максимально безопасным.

В настоящее время скоростным поездам приходится выдерживать конкуренцию с авиационным и автомобильным транспортом. Чтобы её выдерживать по времени перемещения, необходимо постоянно повышать скорость движения поездов, а также безопасность движения, что невозможно без соответствующих систем. Они должны нести максимальное количество информации о состоянии перегона, обеспечивая следование поездов с определённым интервалом, который бы позволял им двигаться относительно синхронно, практически не изменяя скорости движения и в случае изменения ситуации на перегоне корректировать их движение.

На протяжении всей истории развития железных дорог решался вопрос обеспечения безопасности движения поездов. Локомотивной бригаде требовалась актуальная информация о состоянии впереди лежащего перегона для поддержания оптимальной скорости движения, которая бы обеспечивала требуемую пропускную способность железнодорожной линии при соблюдении безопасности движения. Вначале применялась жезловая система. Затем в середине XX века в СССР была внедрена полуавтоматическая блокировка, при которой работа дежурного по станции значительно облегчилась, поскольку некоторые действия совершаются автоматически (например, контроль прибытия поезда на станцию, перекрытие выходного светофора после отправления или входного после прибытия поезда). Однако при этой системе дежурный по станции должен подавать блокировочные сигналы, что замедляет продуктивность работы. Кроме того, при такой системе на перегоне может находиться всего один поезд, что снижает пропускную способность линии. Для ее повышения перегон оборудуют блок-постами, которые делят перегон на отдельные участки и позволяют отправлять на перегон несколько поездов, однако это требует дополнительных капитальных вло-

жений, а также эксплуатационных расходов на содержание оборудования и дополнительного штата сотрудников. Поэтому данный вид системы интервального регулирования применяется на малодетальных линиях, где движение составляет порядка 6–8 пар поездов в сутки. Примером может служить участок в Новгородской области Угловка – Боровичи.

Во второй половине XX столетия, наряду с повсеместным переходом железных дорог на электрическую и тепловозную тягу, был осуществлен переход с полуавтоматической на автоблокировку, при которой перегон разбит на блок-участки, границами которых являются проходные светофоры, смена сигналов которых осуществляется по мере занятия поездом блок-участков. Самой распространенной в нашей стране в настоящее время является числовая кодовая автоблокировка, в основе которой лежит релейная аппаратура. Она является относительно простой в устройстве, однако на сегодня в условиях постоянного повышения скоростей движения она становится все более неинформативной. [1]

В последнее время во всем мире, в том числе и в нашей стране, увеличиваются скорости движения по железной дороге. На сегодня в России существует скоростная линия Москва – Санкт-Петербург.

Стоит отметить, что в России внедрение высокоскоростного подвижного состава может дать значительный экономический эффект, обеспечив мобильность населения и ускорив его перемещение между городами-миллионниками. Разработаны проекты высокоскоростных железнодорожных магистралей, таких как Москва – Санкт-Петербург и Москва – Казань со скоростями движения свыше 300 км/ч. Такие скорости требуют нового подхода к построению системы интервального регулирования системы движения поездов. Она должна обладать достаточной производительностью и вычислительной мощностью, чтобы иметь возможность обработать непрерывно поступающий поток информации с сотен датчиков одновременно, чтобы обеспечить достаточной информацией локомотивную бригаду, кроме того, система должна иметь защиту от ошибок и внезапного выхода из строя. Однако если последнюю проблему можно решить постановкой в горячий и холодный резерв дополнительных компьютеров, то решить первую проблему гораздо сложнее. Дело в том, что подобные ошибки возникают, как правило, либо при неправильной кодировке и передаче данных, либо при вычислительной погрешности работы программного обеспечения.

В середине XX века была разработана так называемая искусственная нейронная сеть – математическая модель, построенная по принципу организации биологических нейронных сетей, расположенных в человеческом мозге. Активно стало возможно применять ее лишь в начале XXI века, когда

производительность электронных устройств достигла нужного уровня. Их действие основано на взаимодействии нейронов при помощи электрических импульсов. Их сумма на входе в некий нейрон должна быть равна сумме на выходе из него. Нейросети имеют свойство обучаться – располагать таким образом связи между нейронами, что на выходе может получиться тот же объект, который был задан на входе ранее. Для наиболее эффективной их работы требуется их интенсивное обучение, причем чем больше циклов обучения будет затрачено, тем меньше вероятность возникновения ошибки в реальной ситуации [2].

Нейронные сети, базирующиеся на компьютерах, которые используют биты (0 и 1) в системе работы с информацией, и образующие слабый искусственный интеллект (лишённый возможности самостоятельно принимать решения), могут составить конкуренцию существующим системам лишь в случае применения дорогостоящего оборудования, способного обеспечить работу нейросети даже в условиях огромного потока входящих данных. Проблема также кроется в значительной сложности обучения нейросетей, поскольку для получения точного результата на выходе (например, допустимой скорости движения поезда, расстояния до впереди следующего поезда, возможных ситуациях, возникающих в пути следования поезда) необходимо большое время для обучения [3].

С начала XXI века разрабатываются и тестируются квантовые компьютеры – устройства, использующие в системе работы с информацией не биты, а кубиты – ионы, находящиеся в состоянии квантовой суперпозиции (состоянии, при котором невозможно однозначно определить значение конкретного кубита в данный момент, которое может быть от 0 до 1). Проектируются квантовые компьютеры, способные в сто миллионов раз опережать обычные в некоторых алгоритмах. При условии применения таких устройств появляется возможность применять самообучающиеся нейронные сети, способные заменить персонал на должностях, связанных с высокоскоростным движением поездов. Они образуют сильный искусственный интеллект (имеющий возможность самостоятельно принимать решения) [4, 5]. Такая система будет в состоянии самостоятельно вести исполненный график движения поездов, следить за поездной обстановкой, принимать решения об ускорении или замедлении конкретного высокоскоростного поезда в зависимости от ситуации, обеспечивать высокую безопасность движения. При этом информация от датчиков к системе и внутри самой системы может передаваться при помощи телекоммуникационного стандарта связи нового поколения 5G, обеспечивающего максимальную скорость передачи цифровых данных на сегодняшний день (до 35 Гбит/с). [6]

Внедрение системы позволит максимально реализовать технические характеристики подвижного состава, позволив ему развивать максимальную

скорость при обеспечении безопасности движения, организовать движение поездов с минимальными межпоездными интервалами, и при этом автоматически следить за износом инфраструктуры и подвижного состава. Для реализации всего этого необходимо, чтобы себестоимость данных технологий стала ниже (только один квантовый компьютер стоит порядка десяти – пятнадцати миллионов долларов). Учитывая текущее развитие технологий, это вполне может произойти в ближайшие 10 лет.

#### Список литературы

1 **Кондратьева, Л. А.** Системы регулирования движения на железнодорожном транспорте : учеб. для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта / Л. А. Кондратьева, О. Н. Ромашкова. – М. : Маршрут, 2003. – 432 с.

2 **Ясницкий, Л. Н.** Введение в искусственный интеллект / Л. Н. Ясницкий. – М. : Издат. центр «Академия», 2005. – 176 с.

3 Квантовая информатика: обзор основных достижений / А. С. Сигов [и др.]. – М. : МИРЭА – Российский технологический университет, 2019. – 32 с.

4 **Валиев, К. А.** Квантовые компьютеры: надежды и реальность / К. А. Валиев, А. А. Кокин. – Ижевск : РХД, 2004. – 320 с.

5 **Шиян, Н. В.** Перспективность внедрения квантовых компьютеров в промышленность / Н. В. Шиян, П. И. Плешешников, А. Г. Ванина // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности : сб. тр. пятой междунар. науч. конф. – М. : Издат. центр «Конверт», 2020. – С. 126–127.

6 **Тихвинский, В. О.** Перспективы сетей 5G и требования к качеству их обслуживания / В. О. Тихвинский, Г. С. Бочечка // Электросвязь, 2014. – № 11. – С. 40–43.

---

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

■ Сугоровский Артем Васильевич, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», к.т.н, доцент, доцент кафедры железнодорожных станций и узлов, s123945@yandex.ru.

УДК 331.101.1:378.14

## ЭРГОНОМИЧЕСКИЙ ПОДХОД ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

*Авт. В. СУГОРОВСКИЙ*

*ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I», Российская Федерация*

Значительное влияние на высшее образование оказывают информационные преобразования. Использование информационных технологий способствует формированию информационной грамотности личности, повышает