ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71751— 2024

ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНОЙ ТЕХНИКЕ

Варианты использования

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «ДСТ-УРАЛ» (ООО «ДСТ-УРАЛ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 164 «Искусственный интеллект»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 октября 2024 г. № 1547-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Термины и определения 1
3 Варианты использования 4
3.1 Источники вариантов использования 4
3.2 Варианты использования для всех типов строительно-дорожной техники 5
3.3 Варианты использования искусственного интеллекта для экскаватора 6
3.4 Варианты использования искусственного интеллекта для бульдозера 6
3.5 Варианты использования искусственного интеллекта для колесного погрузчика 7
3.6 Варианты использования искусственного интеллекта для дорожного катка 7
3.7 Варианты использования искусственного интеллекта для асфальтоукладчика 8
Библиография 9

Введение

Строительно-дорожная отрасль развивается, в том числе благодаря внедрению автономной строительно-дорожной техники и передовых сенсорных технологий. Эти инновации позволяют делать строительные площадки более безопасными и эффективными. Управление строительно-дорожной техникой с помощью искусственного интеллекта позволяет эффективно использовать оборудование и использовать автономную строительно-дорожную технику в полевых условиях.

В настоящем стандарте приведены варианты использования технологий искусственного интеллекта в строительно-дорожной технике.

Настоящий стандарт является частью комплекса стандартов по установлению требований к применению технологий искусственного интеллекта на промышленном транспорте для повышения доверия к технологиям искусственного интеллекта, обеспечения безопасности строительно-дорожного процесса, жизни и здоровья людей, сохранности их имущества, охраны окружающей среды и повышения эффективности технологических процессов.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНОЙ ТЕХНИКЕ

Варианты использования

Artificial intelligence technologies in road building machinery.
Use cases

Дата введения — 2025—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает общие положения в отношении работы интеллектуальной системы, используемой в управлении движением строительно-дорожной техники, в совокупности с исполнительными механизмами строительно-дорожной техники.

Настоящий стандарт не относится к области испытаний строительно-дорожной техники на соответствие ее технических параметров выполнению дорожно-строительных работ.

Варианты использования технологий искусственного интеллекта, рассмотренные в настоящем стандарте, рекомендуются к использованию на различной строительно-дорожной технике, в том числе и не указанной в данном стандарте, а также они могут быть уточнены и (или) дополнены с учетом специфики отрасли.

2 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

2.1

алгоритм: Конечное упорядоченное множество точно определенных правил для решения конкретной задачи.

[ГОСТ 33707—2016, пункт 4.39]

2.2 **анализ данных:** Процесс исследования, фильтрации, преобразования и моделирования данных с целью получения знаний.

2.3

аннотирование данных, разметка данных: Процесс маркирования данных, выполняемый для того, чтобы сделать данные пригодными для машинного обучения.

[ГОСТ Р 59898—2021, пункт 3.1]

2.4

асфальтоукладчик: Самоходная колесная или гусеничная машина, предназначенная для получения, транспортировки, распределения, профилирования и уплотнения асфальтобетонной смеси дорожного покрытия.

[ГОСТ ISO 22242—2016, пункт 2.4.3]

Издание официальное

2.5

бульдозер: Самоходная гусеничная или колесная землеройная машина с рабочим оборудованием, имеющая либо бульдозерное оборудование, которое срезает, перемещает и распределяет материал за счет движения машины вперед, либо дополнительное оборудование, используемое для реализации напорного или тягового усилия.

[ГОСТ Р ИСО 6165—2010, статья 4.1]

2.6 **генетический алгоритм:** Эвристический алгоритм поиска, используемый для решения задач оптимизации и моделирования путем случайного подбора, комбинирования и вариации искомых параметров с использованием механизмов, аналогичных естественному отбору в природе.

2.7

глубокое обучение: Часть более широкого семейства методов машинного обучения, основанных на искусственных нейронных сетях.

[ГОСТ Р 59525—2021, пункт 3.1.11]

2.8

идентификация [распознавание] объекта: Функция системы видеоаналитики, заключающаяся в установлении соответствия экземпляра объекта в сцене видеонаблюдения по характерным признакам объекту из предварительно сформированного перечня.

[ГОСТ Р 59385—2021, статья 23]

2.9

интеллектуальная транспортная система; ИТС: Система управления, интегрирующая современные информационные и телематические технологии и предназначенная для автоматизированного поиска и принятия к реализации максимально эффективных сценариев управления транспортно-дорожным комплексом региона, конкретным транспортным средством или группой транспортных средств с целью обеспечения заданной мобильности населения, максимизации показателей использования дорожной сети, повышения безопасности и эффективности транспортного процесса, комфортности для водителей и пользователей транспорта.

[ГОСТ Р 56829—2015, статья 1]

2.10 **искусственный интеллект;** ИИ: Комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые с результатами интеллектуальной деятельности человека или превосходящие их.

Примечание — См. [1].

2.11

каток: Самоходная или прицепная машина с уплотняющим устройством, состоящим из одного или более металлических цилиндрических вальцов (барабанов) или резиновых шин, предназначенная для уплотнения материалов, например щебня, грунта, асфальта или гравия, путем укатывания или вибрационного воздействия уплотняющего устройства.

[ГОСТ Р ИСО 6165—2010, статья 4.10]

2.12

качество: Степень соответствия совокупности присущих характеристик объекта требованиям.

[ГОСТ Р ИСО 9000—2015, пункт 3.6.2]

2.13

классификация: Способ и результат упорядочения, структуризации некоторого множества объектов, разделения его на определенные подмножества путем артикуляции, выделения некоторого признака объектов исходного множества как основания их структуризации по данному признаку. Такого рода признак называется основанием классификации.

[ГОСТ Р 59277—2020, пункт 3.26]

2.14

компьютерное зрение: Способность функционального блока получать, обрабатывать и интерпретировать визуальные данные.

[ГОСТ Р 33707—2016, статья 4.540]

Примечания

1 Компьютерное зрение предполагает использование визуальных датчиков для создания электронного или цифрового изображения визуальной сцены.

2 Не следует путать с машинным зрением.

2.15

машинное обучение: Процесс автоматического обучения и совершенствования поведения системы искусственного интеллекта на основе обработки массива обучающих данных без явного программирования.

[ГОСТ Р 59895—2021, статья 2.1.7]

2.16

набор данных: Совокупность данных, в том числе соответствующих им метаданных, организованных по определенным правилам и принципам описания.

[ГОСТ Р 59898—2021, пункт 3.13]

2.17

нейронная сеть: Сеть простых элементов обработки, соединенных взвешенными связями с регулируемыми весовыми коэффициентами, в которой каждый элемент вырабатывает некоторое значение путем применения нелинейной функции к входным значениям и передает это значение другим элементам или представляет его как выход. Допустимый синоним: Нейронная цепь соединений.

[ГОСТ 33707—2016, статья 4.754]

2.18

облачные вычисления: Парадигма для предоставления возможности сетевого доступа к масштабируемому и эластичному пулу общих физических или виртуальных ресурсов с предоставлением самообслуживания и администрированием по требованию.

Примечание — Примеры ресурсов включают серверы, операционные системы, сети, программное обеспечение, приложения и оборудование для хранения данных.

[ГОСТ ISO/IEC 17788—2016, пункт 3.2.5]

2.19

обработка естественного языка: Анализ текста и речи на естественном языке, а также языка жестов (знаков) для получения информации, подлежащей обработке средствами вычислительной техники.

[ГОСТ Р 59895—2021, статья 2.1.9]

2.20 **обучающий набор данных:** Набор данных экземпляров, формируемый на основе демонстрационного набора данных и необходимый для создания систем искусственного интеллекта.

2.21

погрузчик: Самоходная гусеничная или колесная землеройная машина с фронтальным рабочим оборудованием, предназначенная главным образом для погрузочных операций (использование ковша) посредством загрузки или копания грунта при движении машины вперед.

Примечание — Рабочий цикл погрузчика включает в себя черпание, подъем, транспортирование и разгрузку материала.

[ГОСТ Р ИСО 6165—2010, статья 4.2]

2.22 **проверочный (валидационный) набор данных:** Набор данных, используемый для проверки на переобученность (статистическое смещение) моделей нейронной сети с наилучшими показателями точности на обучающих и тестовых выборках.

2.23

распознавание действий: Функция системы видеоаналитики, заключающаяся в распознавании и классификации заданных действий, совершаемых объектами сцены видеонаблюдения.

[ГОСТ Р 59385—2021, статья 2.24]

2.24

система искусственного интеллекта: Техническая система, в которой используются технологии искусственного интеллекта и обладающая искусственным интеллектом.

[ГОСТ Р 59276—2020, пункт 3.16]

2.25 **строительно-дорожная техника;** СДТ: Совокупность рабочих машин, энергосредств и устройств, взаимоувязанных по конструктивным и эксплуатационным параметрам и предназначенных для дорожного строительства, а также для обслуживания и ремонта дорожного покрытия.

2.26 **тестовый набор данных:** Набор данных, формируемый в органах по оценке соответствия на основе демонстрационного набора данных и необходимый для проведения сертификации (регистрации), тестирования (испытаний) или аттестации систем искусственного интеллекта.

2.27 **упреждающее управление:** Метод оптимального управления, в котором рассчитанные управляющие воздействия минимизируют целевую функцию для динамической системы с ограничениями на конечном удаляющемся горизонте.

2.28 **хранение данных как услуга DSaaS (data Storage as a Service):** Категория служб облачных вычислений, в которой потребителю службы облачных вычислений предоставляются следующие возможности: предоставление и использование ресурсов для хранения данных и связанные с этим возможности.

[ГОСТ ISO/IEC 17788—2016, пункт 3.2.22]

2.29

экскаватор: Самоходная землеройная машина на гусеничном, колесном или шагающем ходу, имеющая верхнюю часть, способную поворачиваться на 360°, со смонтированным рабочим оборудованием, предназначенным главным образом для копания с помощью ковша без перемещения ходовой части в течение рабочего цикла.

Примечания

1 Рабочий цикл экскаватора включает в себя копание, подъем, поворот и разгрузку материала.

2 Экскаватор может быть использован как средство для перемещения изделий или материалов.

[ГОСТ Р ИСО 6165—2010, статья 4.4]

3 Варианты использования

3.1 Источники вариантов использования

Для улучшения качества описания вариантов использования ИИ в СДТ приемлемыми источниками являются:

- рецензируемые научные/технические публикации по приложениям ИИ;
- патентные документы, описывающие решения с использованием ИИ;
- технические отчеты и презентации известных экспертов в области ИИ;
- официальные документы и презентации компании;
- общедоступные источники с достаточной детализацией;
- пресс-релизы и брошюры.

Список вышеперечисленных источников является неполным, поэтому другие заслуживающие доверия источники также могут быть приемлемыми.

3.2 Варианты использования для всех типов строительно-дорожной техники

3.2.1 Интеллектуальная транспортная система управления строительно-дорожными проектами

ИТС управления строительно-дорожными проектами предназначена для эффективного планирования и выполнения задач.

Для решения задач ИТС применяют алгоритмы ИИ, которые обучаются на основании информации о прошлых проектах. Анализ больших баз данных означает, что ИИ может предоставить важную информацию, которая помогает улучшить планирование и принятие решений. ИИ может, например, использовать исторические данные, информацию о погоде, данные проекта и другую соответствующую информацию, чтобы давать более точные прогнозы и рекомендации. Это помогает более эффективно использовать ресурсы, оптимизировать графики и приводит к лучшим результатам.

ИТС управления строительно-дорожными проектами может выявлять отклонения от плана, а с помощью информации управления цифровыми данными ИИ может лучше прогнозировать потребности в дальнейших разделах и, таким образом, оптимизировать весь процесс.

3.2.2 Анализ и прогнозирование эффективности строительно-дорожного процесса

ИТС анализа и прогнозирования обеспечивает сбор данных (местоположение машины, поломки, действия оператора, количество выполненных работ и пр.), их анализ и передачу на автоматизированное рабочее место бригадира строительно-дорожной бригады в режиме реального времени, а также получение данных и команд непосредственно от бригадира строительно-дорожной бригады. Анализ данных осуществляется на основе нейронных сетей, хранение данных выполняется, используя облачные технологии, например DSaaS.

Преимущества системы:

- непрерывный автоматический сбор данных СДТ с отправкой в облачное хранилище и возможностью визуализации в приложении для участников процесса дорожного строительства, например на дисплее, установленном в кабине машины, или на графическом удаленном планшете;
- введение контроля работы СДТ для предотвращения непредвиденных ее поломок;
- долгосрочное хранение данных для восстановления хронологии;
- анализ рабочего процесса и возможность его оптимизации;
- фиксация даже незначительных отклонений всех контролируемых параметров;
- прогнозирование рабочего процесса на кратко-, средне- и долгосрочные периоды.

3.2.3 Ландшафтная навигация строительно-дорожной техники

ИТС ландшафтной навигации обеспечивает сбор данных о местоположении СДТ, обрабатывающихся в режиме реального времени для оценки движения техники, в том числе ее отклонения от маршрута с помощью облачных вычислений.

Одно из главных преимуществ ИТС ландшафтной навигации является предотвращение столкновения СДТ в процессе дорожного строительства, в том числе и при плохих погодных условиях (дождь, туман, снег и пр.). Это позволяет увеличить безопасность персонала и сократить количество поломок (см. [2]).

3.2.4 Обнаружение и распознавание препятствий

ИТС обнаружения и идентификации препятствий предупреждает оператора о возможном препятствии. Определение и классификация препятствий происходит на основе входного сигнала с видеокамеры, который обрабатывается нейронной сетью. При обнаружении препятствия система принимает решение о дальнейшем действии: объезде препятствия при наличии свободного пространства или экстренном торможении с последующим переводом в безопасный режим.

ИТС обнаружения и распознавания препятствий обеспечивает более безопасные условия для операторов и находящихся поблизости работников за счет сокращения слепых зон машины.

3.2.5 Управление расходом топлива

ИТС управления расходом топлива СДТ повышает топливную эффективность. Высокая топливная эффективность может улучшить характеристики СДТ по дальности перемещения, снизить эксплуатационные затраты, а также сократить выброс вредных продуктов сгорания топлива СДТ в атмосферу.

ИТС управления расходом топлива строится на основе генетических алгоритмов и нейронных сетей.

3.2.6 Автоматизированное управление строительно-дорожной техникой

3D-модели автоматизированного управления машинами упрощают разработку моделей конструкций автоматизированных систем управления для обеспечения согласованности с разработанным про-

ектом. Данные, экспортированные из 3D-моделей, передаются в глобальную систему позиционирования или локальные системы позиционирования, управляющие оборудованием, которое управляет и направляет СДТ. Возможность подключения позволяет получать самые точные и актуальные модели, даже при незапланированных изменениях рабочего проекта.

Профили, выемки и насыпи выполняются с высокой точностью на первом проходе либо автоматически, либо под управлением бортовой системы. Точность первого прохода оборудования системы мониторинга снижает количество отходов и экономит ресурсы за счет сокращения трудозатрат, времени простоя оборудования и переделок.

3.3 Варианты использования искусственного интеллекта для экскаватора

3.3.1 Распознавание навесного оборудования

ИТС позволяет распознавать установленное навесное оборудование экскаватора с целью автоматических настроек при смене рабочего инструмента. Модули распознавания установлены на навесном оборудовании и на поворотных устройствах наклона. Электронный блок управления (ЭБУ) экскаватора регистрирует и отправляет сигналы в систему управления машиной при снятии ковша, выборе нового навесного оборудования и отправляет предупреждение оператору, если выбранное навесное оборудование не откалибровано.

Применение системы распознавания навесного оборудования сводит к минимуму риск использования неверных настроек установленного навесного оборудования и последующего перекапывания/недокапывания ковша и, как следствие, повторной работы.

Помимо поддержки прикрепленных инструментов, система распознавания инструментов также поддерживает стандартные наклонные ковши и съемные поворотные устройства.

Данную ИТС допускается использовать на колесном погрузчике.

3.3.2 Контроль состояния навесного оборудования

ИТС контроля состояния определяет износ навесного оборудования, используя компьютерное зрение (наблюдение за навесным оборудованием) и нейронные сети (обучение системы). В данном случае контроль состояния, а именно видимость навесного оборудования зависит от времени суток, погодных условий (дождь, снег, туман и пр.), количества налипшей глины и/или породы и т. д. При определении износа оборудования система предупреждает оператора об этом, выводя графическое/звуковое сообщение на экран дисплея машины.

Система предоставляет возможность сократить количество поломок навесного оборудования вследствие длительной эксплуатации и соответственно сокращает время простоев техники.

3.3.3 Управление навесным оборудованием

ИТС управления навесным оборудованием осуществляет:

- контроль минимального расстояния до поверхности, например кузова грузового автомобиля, предотвращая, независимо от ориентации ковша, повреждения им поверхности;
- автоматическую подстройку ковша под проектную поверхность и удерживает режущую кромку ковша на этом уровне на протяжении всей работы без потребности в ручной настройке;
- автоматическую поддержку угла наклона ковша при выполнении наклонов, выравнивания, точной сортировки и рытья траншей;
- остановку режущей кромки ковша на расчетной поверхности, что позволяет исключить чрезмерное копание за пределами требуемого уклона.

ИТС строится на эталонных моделях и сигналах, поступающих от глобальной навигационной спутниковой системы в режиме реального времени. Все данные технологического процесса отображаются на дисплее, что позволяет работать более комфортно и точно даже неопытным операторам СДТ.

Оператор может воспользоваться функцией создания модели, чтобы делать самые сложные модели прямо на панели, не покидая кабину и без помощи инженера-геодезиста.

3.4 Варианты использования искусственного интеллекта для бульдозера

3.4.1 Интеллектуальная транспортная система дозирования грунта

ИТС дозирования грунта строится на упреждающем управлении, т. е. машина заранее планирует свою работу. В каждый момент и без какого-либо вмешательства оператора бульдозер составляет карту местности, по которой он движется, создавая временную трехмерную поверхность местности. Эта поверхность используется для максимизации производительности бульдозерных работ во время следующего прохода. Кроме того, данная ИТС архивирует все карты местности, в том числе до и после

работы СДТ, что позволяет в дальнейшем анализировать проделанную работу, а также использовать данные как, например, обучающую выборку для других ИТС.

3.4.2 Интеллектуальная транспортная система нивелирования

ИТС нивелирования обеспечивает максимальную точность насыпи. На отвале бульдозера устанавливается датчик, выполняющий измерения поперечного уклона и фиксацию движения отвала в шести разных направлениях, что позволяет ЭБУ получить достаточно полную информацию о ходе работы. Текущие координаты и информация о работе и движении бульдозера поступают с датчиков на ЭБУ, который прогнозирует положение навесного оборудования в дальнейшем. Это обеспечивает максимальную точность и высокую скорость выполняемой работы (см. [3]).

3.4.3 Интеллектуальная транспортная система управления слоями

ИТС управления слоями позволяет создавать слои, параллельные нижележащей поверхности, следуя существующей поверхности, например, при строительстве плотин или при укладке слоев дорожного основания за счет упреждающего управления. Данная ИТС позволяет выполнять уплотнение дорожной поверхности с высокой точностью. С одной стороны, это может позволить оператору создать слой, параллельный нижележащей поверхности, следуя существующей поверхности. В качестве альтернативы оператор может определить новую поверхность в соответствии с требованиями.

3.4.4 Интеллектуальная транспортная система управления наклоном джойстика/поворотом руля

ИТС управления наклоном джойстика/поворотом руля обеспечивает прямолинейный ход машины. При транспортировании материала на большие расстояния изменчивый грунт будет оказывать неравномерное сопротивление нагрузке перед отвалом. Это неравномерное сопротивление заставит машину отклониться от намеченного хода. С помощью нейронной сети ИТС управления наклоном джойстика/поворотом руля среагирует на отклонение от заданного хода и минимизирует это (см. [4]).

3.5 Варианты использования искусственного интеллекта для колесного погрузчика

3.5.1 Интеллектуальная транспортная система управления загрузкой/разгрузкой ковша

ИТС управления загрузкой/разгрузкой ковша определяет оптимальный объем транспортируемого материала, что обеспечивает высокую точность заполнения самосвала или другой грузовой машины, без перегрузок и защищает колесный погрузчик от опрокидывания при переполнении ковша. Взвешивание материала происходит в режиме реального времени, без прерывания и поднимания ковша на определенную высоту, позволяя оператору вводить какие-либо изменения независимо от работы машины. Параметры выводятся оператору на дисплей, что поможет избежать поломки машины от перегрузки.

3.5.2 Интеллектуальная транспортная система управления скоростью входа в поворот

ИТС управления скоростью входа в поворот снижает скорость непосредственно на начальном этапе совершения маневра. Скорость должна сбрасываться плавно, без рывков. При повороте колес установленные на них датчики передают информацию в ЭБУ, который определяет рациональное усилие в тормозной системе погрузчика. ИТС снижает расход топлива и вероятность столкновения.

3.5.3 Интеллектуальная транспортная система адаптивного освещения

ИТС автоматически определяет степень освещенности фар рабочего света исходя из времени суток, погодных условий и т. д.

Адаптивные фары рабочего света представляют собой регулируемые элементы управления освещением фар, которые обеспечивают динамическое освещение рабочей поверхности. В зависимости от положения навесного оборудования, угла излома полурам, высоты подъема стрелы и других параметров ИТС адаптивно подстраивает оптимальную освещенность в течение всей работы погрузчика. В зависимости от условий работы переменное распределение света обеспечивает еще лучшее освещение рабочей поверхности.

Данная ИТС позволяет снизить или исключить все возмущающие воздействия (например, блики, слепящее действие и пр.), которые действуют на оператора во время работы, что является более комфортным для оператора.

3.6 Варианты использования искусственного интеллекта для дорожного катка

3.6.1 Интеллектуальная транспортная система уплотнения дорожного покрытия

Интеллектуальное оборудование для уплотнения может помочь выявить и решить потенциальные проблемы во время уплотнения, такие как слабые грунты в нижнем слое или перепады температур в асфальтовой смеси. Операторы могут контролировать характеристики уплотнения, чтобы уменьшить

влияние изменчивости материала и добиться более равномерной плотности. Отслеживая взаимодействие машины с землей, оборудование ИТС может контролировать интенсивность вибрации катков, чтобы избежать потенциального повреждения дорожного покрытия. Кроме того, навигационная функция позволяет отслеживать каждый проход, благодаря чему траектория катка может быть более точной, а усилие уплотнения должно быть приложено правильно.

3.7 Варианты использования искусственного интеллекта для асфальтоукладчика

3.7.1 Интеллектуальная транспортная система термического профилирования

ИТС термического профилирования измеряет и документирует профили температуры поверхности асфальта на каждом продольном метре позади асфальтоукладчика по всей ширине укладки. ИТС указывает на изменение температуры, вызванное плохим качеством смеси (колебания температуры во время смешивания или расслоение заполнителя) и/или неправильными методами строительства (расслоение во время погрузки/транспортирования материала и остановки асфальтоукладчика).

Термическое профилирование повышает качество укладки асфальта, что приводит к увеличению срока службы дорог с меньшим количеством отдельных отказов из-за расслоения (смешанного или термического).

3.7.2 Мониторинг доставки асфальтобетона

ИТС мониторинга объединяет асфальтобетонный завод, грузовики для доставки, офис и помещение на строительной площадке. Для обеспечения мониторинга строительного процесса система автоматически собирает и централизует соответствующую информацию, такую как: количество смеси, ее температуру; количество загруженных грузовиков, их текущее местоположение; оценки прибытия на место работ; количество грузовиков, возвращающихся или стоящих в очереди за дополнительными грузами; текущую ширину стяжки; текущую скорость асфальтоукладчика и объем уложенного дорожного полотна.

ИТС генерирует цифровые квитанции (документы) о взвешивании на заводе, которые доставляются в загруженное приложение водителя грузовика, используя при этом распознавание геозоны для прибытия грузовика на рабочее место, чтобы отслеживать все действия в цифровом виде и упростить нормативную отчетность и документацию. Это упрощает мониторинг грузовиков и повышает эффективность для подрядчиков, а также обеспечивает преимущества цифровых весовых талонов для агентств (см. [5]).

Библиография

[1] Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 г. (утверждена Указом Президента Российской Федерации 10 октября 2019 г. № 490)

[2] Lallement D. Bulldozer: an automatic self-driven large scale DTM extraction method from digital surface model / D. Lallement, P. Lassalle, Y. Ott, R. Demortier., J. Delvit // The Int. Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. — 2022. — vol. XLIII-B2-2022

[3] Hirayama M. Artificial intelligence in path planning for autonomous bulldozers: comparison with manual operation / M. Hirayama, J. Guivant, J. Katupitiya, and M. Whitty // Int. Journal of Innovative Computing, Information and Control. — 2019. — № 3, vol. 15. — pp. 825—844

[4] Hirayama M. Path planning for autonomous bulldozers / Masami Hirayama, Jose Guivant, Jayantha Katupitiyaa, and Mark Whitty // Mechatronics. — 2019. — № 58. — pp. 20—38

[5] Leica Geosystems: Intelligent solutions for heavy construction. Switzerland: 2023

УДК 62.519:006.354 ОКС 35.020

Ключевые слова: искусственный интеллект, строительно-дорожная техника, варианты использования

Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 11.11.2024. Подписано в печать 19.11.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,58.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru