

**РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ПРОИЗВОДСТВОМ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ
DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED CONTROL SYSTEM
FOR THE PRODUCTION OF ASPHALT CONCRETE MIXTURE**

Мещеряков С.Ю., студент

Мещерякова А.А., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж, Россия

Meshcheryakov S.Yu., student

Meshcheryakova A.A., CSc (Engineering), Associate Professor
FSBEI HE « Voronezh State University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov»,
Voronezh, Russian Federation

Аннотация: В статье рассматривается актуальная проблема модернизации технологического оборудования и автоматизированных систем управления производством асфальтобетонной смеси.

Summary: The article examines the current problem of modernization of technological equipment and automated control systems for the production of asphalt concrete mixture.

Ключевые слова: автоматизация, асфальтобетонная смесь, системы автоматизации, интеллектуальные системы, машинное обучение.

Keywords: automation, asphalt concrete mix, automation systems, intelligent systems.

В настоящее время Россия занимает неутешительное первое место в мире по уровню смертности в дорожно-транспортных происшествиях. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), ежегодно в авариях погибает около 27 тысяч человек, что в 2-3 раза превышает аналогичные показатели в странах Европы и Северной Америки. Основной причиной этой трагической статистики эксперты называют катастрофическое состояние дорожной инфра-

структуры. Федеральные трассы, региональные магистрали и местные дороги, изношенные на 40–70%, становятся смертельными ловушками для водителей. Из 46 тысяч километров федеральных автодорог 30 тысяч требуют не просто ремонта, а полной реконструкции: ямы, трещины, отсутствие разметки и барьерных ограждений превращают движение в русскую рулетку. Особенно опасны участки с временным покрытием, где риск аварий возрастает в 5 раз по сравнению с отремонтированными дорогами [1, 2].

Проблема усугубляется изоляцией малых населенных пунктов. Сегодня 37 тысяч сел и деревень, где проживает около 17 миллионов человек (10% населения страны), остаются «отрезанными от цивилизации» из-за отсутствия дорог с твердым покрытием. В условиях дождей и снегопадов эти территории превращаются в острова, недоступные для скорой помощи, пожарных машин и грузовиков с продовольствием. Это не только вопрос безопасности, но и выживания: по данным Минтранса, в отдаленных районах смертность от несвоевременной медицинской помощи на 30% выше, чем в регионах с развитой дорожной сетью.

Даже эксплуатируемые дороги в России служат в 2–2,5 раза меньше, чем в странах с аналогичными климатическими условиями, таких как Канада или Норвегия. Например, срок службы асфальтобетонного покрытия в российских условиях редко превышает 8–10 лет, тогда как в Скандинавии он достигает 20–25 лет [3]. Причина – низкое качество материалов, отсутствие учета климатических факторов при проектировании и хроническое недофинансирование ремонта. Ученые НИИ дорожного хозяйства указывают, что до 40% проблем связаны с нарушениями технологии производства асфальтобетонной смеси: использование дешевых вяжущих, неконтролируемое соотношение компонентов и ручное управление процессами на заводах.

Анализ состояния дорожной сети выявляет системный кризис. Протяженность дорог с твердым покрытием в России (50,7% от потребности) уступает не только развитым, но и многим развивающимся странам. Для сравнения: в Бразилии этот показатель составляет 65%, а в Китае – 90%. Дефицит качественных трасс тормозит экономику: по оценкам ВШЭ, ежегодные потери бизнеса из-за транспортной недоступности превышают 2% ВВП. Особенно остро проблема стоит в Арктике и Сибири, где дороги являются единственным связующим звеном с месторождениями полезных ископаемых.

Для преодоления кризиса требуется масштабная модернизация. По расчетам Минстроя, до 2035 года необходимо построить и реконструировать 800 ты-

сяч км дорог, включая 120 тысяч км федеральных трасс. Однако традиционные методы строительства не способны обеспечить рывок. Ключевым решением может стать автоматизация производства асфальтобетона, которая повысит точность дозирования компонентов, оптимизирует температурные режимы и снизит влияние человеческого фактора. Сегодня, однако, отрасль находится в технологическом вакууме: 90% российских асфальтобетонных заводов управляются устаревшими системами 1980-х годов, а современные алгоритмы машинного обучения и нейросети практически не применяются.

Таким образом, создание интеллектуальных систем управления производством асфальтобетона – это не просто отраслевая задача, а национальный приоритет. Решение потребует синтеза усилий инженеров, IT-специалистов и государственных структур. Успех проекта может стать основой для технологического суверенитета в дорожном строительстве, снизить смертность на трассах и интегрировать в экономику десятки тысяч изолированных территорий. Альтернатива очевидна: без модернизации Россия рискует остаться «страной без дорог» в эпоху глобальной цифровой трансформации.

Рассмотрим алгоритм получения асфальтобетонной смеси на рисунке 1.

Алгоритм начинается с дозирования сыпучих веществ (щебня, песка, минерального порошка) в определенной пропорции, согласно разработанной рецептуре и необходимого качества асфальтобетонной смеси. Для получения однородной смеси сухие вещества в барабане нагревают до 160-200 °С. В качестве вяжущего вещества используется нагретый до 150-180 °С битум (асфальтобетон). Использование битума позволяет получить асфальтобетонную смесь схватывающуюся в течении 4 часов, полная прочность достигается на 3-7 день после укладки. Все вещества перемешиваются в течении 30-60 секунд. Конечная температура асфальтобетонной смеси не должна быть ниже 140 °С. Полученную смесь проверяют на однородность и содержание битума. Далее производится выгрузка асфальтобетонной смеси.

Система управления производством асфальтобетонной смеси представлена на рисунке 2 имеет иерархическую систему управления с четким разделением функций.

Верхний уровень системы управления производством асфальтобетонной смеси предназначен для мониторинга и анализа данных, средний уровень представлен контроллерами и необходим для управления процессами получения асфальтобетонной смеси. На нижнем уровне показан исполнительный механизм и датчики контроля веса, размера фракции веществ добавляемых в смесь,

интенсивности и времени перемешивания асфальтобетонной смеси, регулирования температуры в барабане.

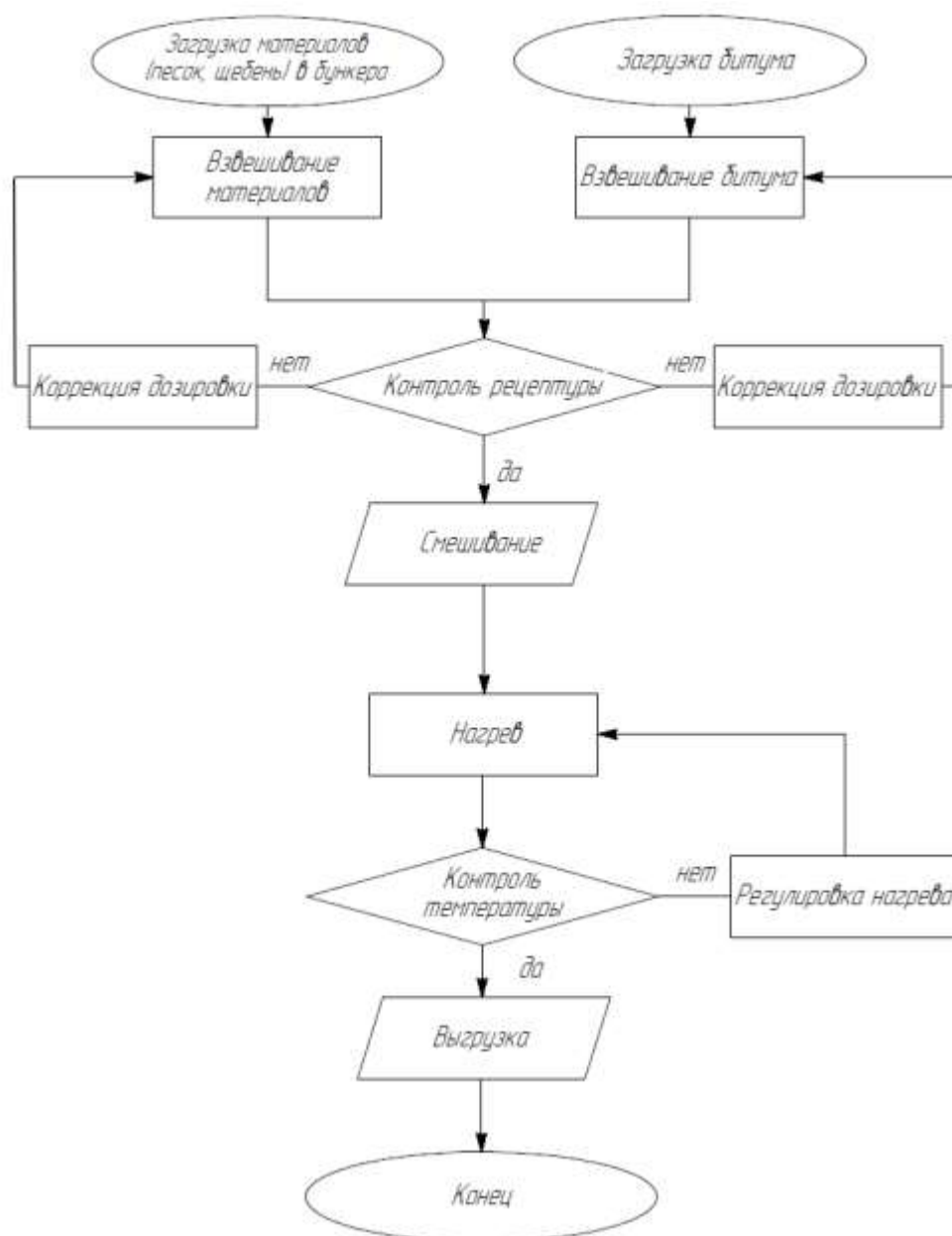


Рисунок 1 – Алгоритм получения асфальтобетонной смеси

Существующие производства асфальтобетонной смеси имеют ряд недостатков. Дозирование компонентов смеси часто происходит вручную или с нарушениями, не всегда вовремя производят ремонт весов, что приводит к получению асфальтобетонной смеси плохого качества. При дроблении не соблюдается заданная фракция, что также влияет на качество смеси. В процессе сушки и дальнейшего смешивания компонентов не выдерживается заданное время и температурный режим, что влияет на производительность и прочность асфальтобетонной смеси.

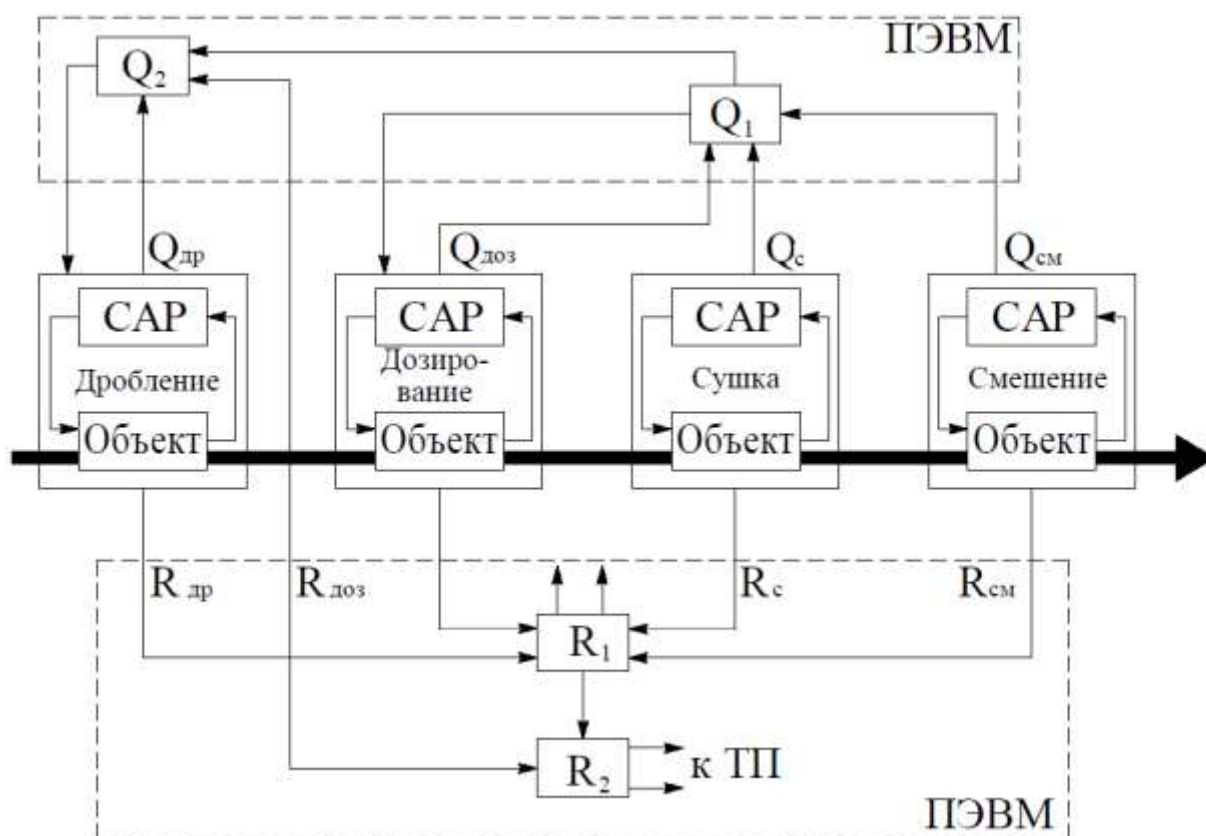


Рисунок 2 – Алгоритм получения асфальтобетонной смеси

На производстве смесители часто выходят из строя, что влечет получение неоднородной асфальтобетонной смеси. Все вышеперечисленные недостатки можно ликвидировать и повысить надежность производства за счет внедрения дополнительных датчиков и цифровых технологий в производство асфальтобетонной смеси. Предлагаемая структурная схема производства асфальтобетонной смеси представлена на рисунке 3.

По структурной схеме производство начинается с контроля поставляемого сырья. В соответствии с полученным сырьем производится корректировка расчета рецептуры. При получении партии смеси постоянно производится испытание образцов на качество и на схватывание смеси. По результатам испытания вносят корректировку в рецептуру смеси.

Введен контроль отпускаемого качества асфальтобетонной смеси, что позволяет получить однородную смесь с заданными свойствами без увеличения расхода материала на ее изготовление. Введение тензометрических весоизмерительных датчиков контролирующих расход веществ и битума, позволит оптимизировать рецептуру асфальтобетонной смеси, а также контролировать расход битума автоматизированно, в зависимости от исходных минеральных частиц. Таким образом, внедрение тензометрических весоизмерительных датчиков и программно-технического комплекса позволит минимизировать влияние

человеческого фактора и повысить качество выпускаемой асфальтобетонной смеси.

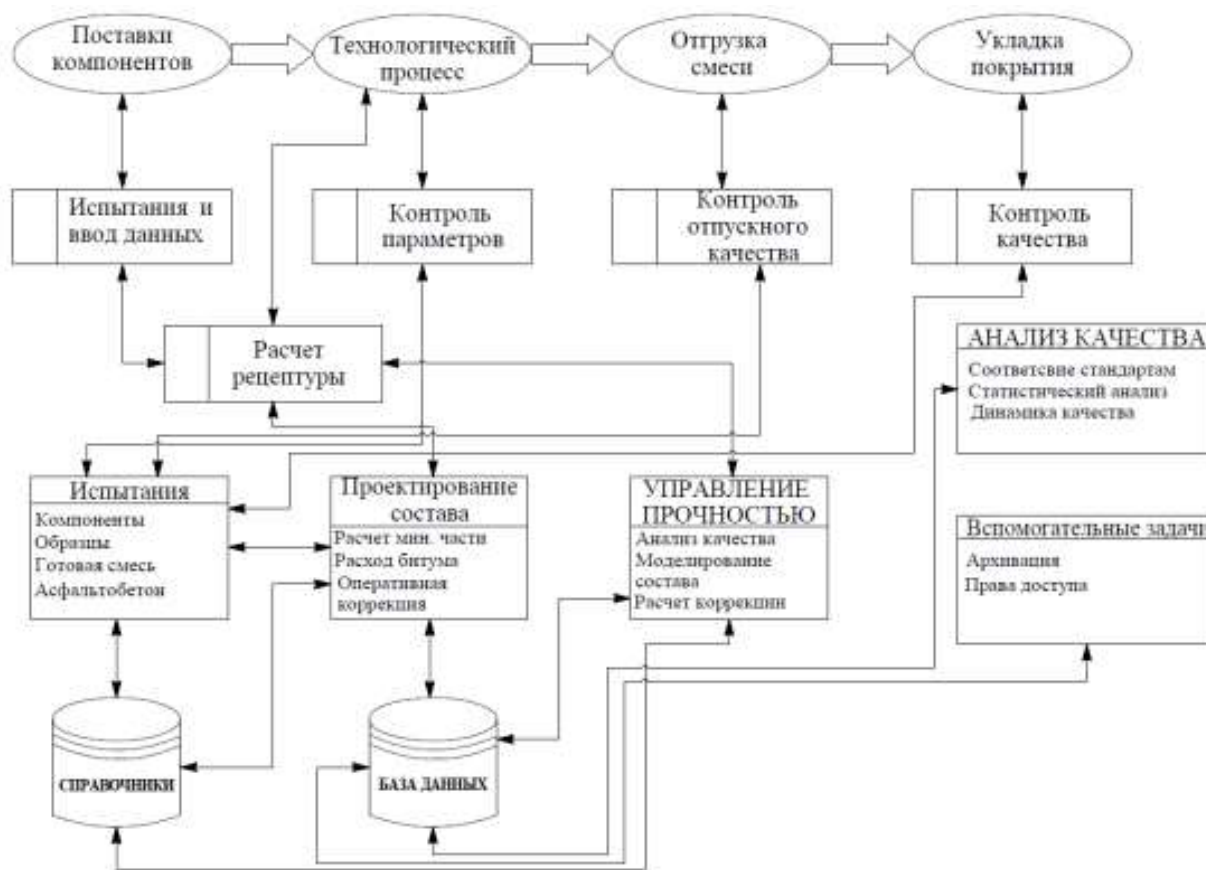


Рисунок 3 – Структурная схема производства асфальтобетонной смеси

Список литературы

1. Система контроля и управления процессом производства асфальтобетонной смеси. – URL: https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/48225/1/Konovalchuk_Sistema.pdf (дата обращения: 24.03.2025).
2. Управление качеством АБЗ. – URL: https://studref.com/487730/stroitelstvo/upravlenie_kachestvom (дата обращения: 24.03.2025).
3. Приготовление асфальтобетонной смеси. – URL: https://www.rus-m.com/news/building/prigotovlenie_asfaltobetonnoy_smesi/ (дата обращения: 24.03.2025).

References

1. Asphalt concrete mix production process control and management system. – URL: https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/48225/1/Konovalchuk_Sistema.pdf (access date: 24.03.2025).
2. Asphalt concrete plant quality management. – URL: https://studref.com/487730/stroitelstvo/upravlenie_kachestvom (access date: 24.03.2025).
3. Asphalt concrete mix preparation. – URL: https://www.rus-m.com/news/building/prigotovlenie_asfaltobetonnoy_smesi/ (access date: 24.03.2025).