

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

УДК 625.7 + 625.29

А.С. Климов, Е.Ю. Янаев, О.Л. Климова

#### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ И ОРГАНИЗАЦИЯХ

Сформированы научные предпосылки в области автоматического управления процессом укладки дорожного полотна на основе результатов научных исследований и современных достижений. Разработана цифровая адаптивная система управления процессом уплотнения асфальтобетонной смеси.

**Ключевые слова:** внутрихозяйственные автомобильные дороги, процесс, система, автоматическое управление.

A.S. Klimov, E.Yu. Yanayev, O.L. Klimova

#### THE EFFICIENCY INCREASE OF THE INTRAECONOMIC MOTORROAD CONSTRUCTION IN THE AGRICULTURAL ENTERPRISES AND ORGANIZATIONS

The scientific prerequisites in the field of the automatic control of the roadbed laying process on the basis of the scientific research results and modern achievements are formed. The digital adaptive control system of the asphaltic-concrete mix consolidation process is developed.

**Key words:** intraeconomic motorroad, process, system, automatic control.

**Введение.** Основные технические решения проектов новых или реконструкции существующих внутрихозяйственных дорог (элементы плана, продольного и поперечных профилей, типы пересечений и примыканий дорог, конструкция земляного полотна и дорожной одежды) должны приниматься на основе результатов сравнения технико-экономических показателей вариантов, учитывая категорию дороги, ее назначение, перспективную интенсивность движения, состав и нормативную нагрузку на ось транспортных средств, намечаемые способы производства и сроки строительных работ, наличие местных дорожно-строительных материалов или (при их отсутствии) затраты на изготовление, транспортирование и складирование строительных материалов и изделий, наличие производственной базы дорожно-строительных организаций, ценность занимаемых дорогой сельскохозяйственных угодий, специализацию и технологию сельскохозяйственного производства, сезонность работ, климатические, топографические, инженерно-геологические, гидрогеологические и другие условия района строительства [1].

Транспорт сельскохозяйственного назначения выступает в качестве одной из базовых отраслей национального хозяйства России. От степени развития и эффективности его работы зависит бесперебойность всех отраслей сельского хозяйства, а также каждого предприятия либо организации в отдельности. Социально-экономическое развитие страны, а также вступление во Всемирную торговую организацию (ВТО) сопровождается увеличением нагрузки на сельскохозяйственную транспортную сеть, в частности на внутрихозяйственные автомобильные дороги [2].

Современные асфальтобетонные дорожные покрытия – сложное инженерное сооружение, особенно в суровых климатических условиях России, когда погодные условия разных сезонов года могут несколько раз меняться в течение одних суток (изменение температуры окружающей среды – с положительной на отрицательную – до 15 °С; выпадение атмосферных осадков – жидких, твердых; изменение силы, продолжитель-

ности, направления ветра и т.п.), что оказывает неблагоприятное воздействие на сохранность и долговечность дорожного полотна.

Основным критерием повышения эксплуатационных качеств внутрихозяйственных автомобильных дорог является их правильное строительство и ремонт с соблюдением всех технологических требований. Но, как показывает практика формирования асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог, реконструкция дорожных одежд и ремонтные работы дорог осуществляются с грубыми нарушениями, т.е. вышеперечисленные работы выполняются в неблагоприятные погодные условия с нарушением технологических требований, что снижает сохранность и эксплуатационные качества автомобильных дорог в 3–5 раз [3]. Поэтому строительство, эксплуатация и ремонт внутрихозяйственных автомобильных дорог требуют огромных инвестиций.

Данные проблемы привели к необходимости решения и создания различных систем и устройств по формированию асфальтобетонных дорожных одежд [4–6]. В связи с этим необходимо создание адаптивной системы управления процессом уплотнения дорожного полотна при строительстве внутрихозяйственных автомобильных дорог, которое будет сокращать процесс укладки дорожного полотна во времени, увеличивать срок службы асфальтобетонного покрытия и производительность дорожно-строительных работ.

**Цель исследования.** Обеспечение эффективного управления процессами дорожного строительства для повышения качества асфальтобетонных покрытий внутрихозяйственных автомобильных дорог за счет использования современных информационных технологий и автоматизации процесса уплотнения.

Для решения поставленной цели исследования были определены следующие **задачи**:

- 1) исследовать современные системы автоматического управления процессом укладки дорожного полотна;
- 2) обосновать необходимость выбора современных информационных технологий в управлении процессами дорожного строительства;
- 3) разработать структурную схему цифровой адаптивной системы управления процессом уплотнения асфальтобетонной смеси.

**Методы исследования.** Для решения поставленных задач использовался комплексный подход, включающий в себя анализ и обобщение данных научно-технической литературы по проблеме исследования.

В работе [7] рассмотрена система автоматического управления положением выглаживающей плиты асфальтоукладчика, содержащая датчик углового положения, датчик высотного положения, блок управления и гидравлические приводы; в датчике высотного положения применен емкостной чувствительный элемент, а органы управления размещены на датчиках.

Недостатком известной системы является низкая эффективность системы автоматического цифрового управления, обусловленная тем, что при уплотнении асфальтобетонной смеси машинисту-оператору необходимо выполнять настройку рабочего органа асфальтоукладчика по высоте с помощью специального привода и визуально следить за параметрами работы асфальтоукладчика для обеспечения качественного дорожного покрытия.

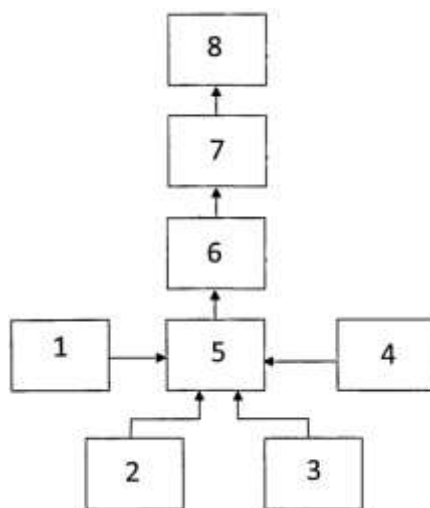
Известна система автоматического управления рабочего органа асфальтоукладчика [8], содержащая датчик углового положения с индикатором ошибки и переключателями задатчика стабилизируемого угла, датчик высотного положения с индикатором ошибки, блок управления, дискретные гидравлические приводы и тензометрический преобразователь усилия в металлоконструкции трамбующего бруса.

Недостатком представленной работы является низкая эффективность системы автоматического цифрового управления, обусловленная тем, что степень уплотнения асфальтобетонной смеси в процессе ее уплотнения контролируется тензометрическим преобразователем усилия в металлоконструкции трамбующего бруса; кроме того, в системе отсутствуют адаптивный (сенсорный) датчик на раме рабочего органа асфальтоукладчика для мгновенного реагирования на изменение какого-либо фактора окружающей среды и технологического процесса, блок фазификатор для перевода исходных данных с датчиков, контролирующих управляющий процесс, в значения лингвистических переменных; блок адаптивного управления для реализации процедуры нечеткого вывода на множестве продукционных правил, составляющих базу знаний системы управления, в результате чего формируются выходные лингвистические значения; блок дефазификатор для перевода лингвистических значений в точные значения результатов вычислений и формирования управляющих воздействий, подаваемых на дискретные гидравлические приводы, что снижает точность автоматического цифрового управления и приводит к длительному процессу укладки дорожного полотна во времени, значительному сокращению срока службы асфальтобетонного покрытия и снижению производительности дорожно-строительных работ.

Следовательно, можно сделать вывод о необходимости повышения эффективности цифровой адаптивной системы управления процессом уплотнения асфальтобетонной смеси за счет применения сенсорного датчика на раме рабочего органа асфальтоукладчика, обеспечивающего мгновенное реагирование на изменение какого-либо фактора окружающей среды и технологического процесса; блока-фазификатора, обеспечивающего перевод исходных данных с датчиков, контролирующих управляющий процесс, в значения лингвистических переменных; блока адаптивного управления, обеспечивающего реализацию процедуры нечеткого вывода на множестве продукционных правил, составляющих базу знаний системы управления, в результате чего формируются выходные лингвистические значения; блока-дефазификатора, обеспечивающего перевод лингвистических значений в точные значения результатов вычислений и формирование управляющих воздействий, подаваемых на дискретные гидравлические приводы, а также повышение точности цифрового адаптивного управления и значительное сокращение процесса укладки дорожного полотна во времени, увеличение срока службы асфальтобетонного покрытия и производительности дорожно-строительных работ.

Для решения поставленной задачи цифровая адаптивная система управления процессом уплотнения асфальтобетонной смеси [9], содержащая датчик углового положения с индикатором ошибки и переключателями задатчика стабилизируемого угла, датчик высотного положения с индикатором ошибки, дискретные гидравлические приводы и тензометрический преобразователь усилия в металлоконструкции трамбующего бруса, она дополнительно содержит сенсорный датчик, установленный на раме рабочего органа асфальтоукладчика, блок фазификатор с четырьмя входами, блок адаптивного управления и блок дефазификатор, при этом датчик углового положения, вырабатывающий сигнал ошибки, пропорциональный величине отклонения рабочего органа асфальтоукладчика от гравитационной вертикали, связан с первым входом блока фазификатора, датчик высотного положения, вырабатывающий сигнал ошибки, пропорциональный величине отклонения рабочего органа от заданного копиром положения, связан со вторым входом блока фазификатора, тензометрический преобразователь усилия, вырабатывающий сигнал, пропорциональный усилию в металлоконструкции трамбующего бруса, связан с третьим входом блока фазификатора, а сенсорный датчик, вырабатывающий сигнал, пропорциональный изменению какого-либо фактора окружающей среды и технологического процесса, связан с четвертым входом блока фазификатора, блок фазификатор, обеспечивающий перевод исходных данных с упомянутых датчиков, контролирующих управляющий процесс, в значения лингвистических переменных, связан с блоком адаптивного управления, реализующим процедуры нечеткого вывода на множестве продукционных правил, составляющих базу знаний системы управления, и формирующим выходные лингвистические значения для связанного с ним блока дефазификатора, обеспечивающего перевод лингвистических значений в точные значения результатов вычислений и формирующего управляющие воздействия, подаваемые на дискретные гидравлические приводы для сведения текущих ошибок к нулю.

На рисунке приведена структурная схема цифровой адаптивной системы управления процессом уплотнения асфальтобетонной смеси.



Структурная схема цифровой адаптивной системы управления процессом уплотнения асфальтобетонной смеси

Цифровая адаптивная система управления процессом уплотнения асфальтобетонной смеси содержит датчик углового положения 1, имеющий индикатор ошибки и переключатели задатчика стабилизируемого угла, датчик высотного положения 2, имеющий индикатор ошибки, тензометрический преобразователь усилия 3, сенсорный датчик 4, блок фазификатор 5, блок адаптивного управления 6, блок дефазификатор 7 и дискретные гидравлические приводы 8. Датчик углового положения 1 вырабатывает сигнал ошибки, пропорциональный величине отклонения рабочего органа асфальтоукладчика от гравитационной вертикали. Сигнал ошибки поступает с выхода датчика углового положения 1 на первый вход блока фазификатора 5. Датчик высотного положения 2 вырабатывает сигнал ошибки, пропорциональный величине отклонения рабочего органа от положения, заданного копиром. Сигнал ошибки поступает с выхода датчика высотного положения 2 на второй вход блока фазификатора 5. Тензометрический преобразователь усилия 3 вырабатывает сигнал, пропорциональный усилию в металлоконструкции трамбующего бруса, который поступает с выхода тензометрического преобразователя усилия 3 на третий вход блока фазификатора 5. Сенсорный датчик 4, установленный на раме рабочего органа асфальтоукладчика, вырабатывает сигнал, пропорциональный изменению какого-либо фактора окружающей среды и технологического процесса, который поступает с выхода сенсорного датчика 4 на четвертый вход блока фазификатора 5. Блок фазификатор 5 переводит исходные данные с датчиков, контролирующих управляющий процесс, в значения лингвистических переменных, для блока адаптивного управления 6. Блок адаптивного управления 6 реализует процедуры нечеткого вывода на множестве продукционных правил, составляющих базу знаний системы управления, в результате чего формируются выходные лингвистические значения для блока дефазификатора 7. Блок дефазификатор 7 переводит лингвистические значения в точные значения результатов вычислений и формирует управляющие воздействия, подаваемые на дискретные гидравлические приводы 8 для сведения текущих ошибок к нулю. Длительность и частота управляющих сигналов зависят от величины ошибки.

**Результаты исследования.** Выполненный научный анализ существующих современных систем автоматического управления процессом укладки дорожного полотна показал, что для обеспечения технологической работоспособности асфальтоукладчика по-прежнему применяется труд машиниста-оператора и не в полном объеме используются современные информационные технологии, что подтверждает низкую эффективность системы автоматического цифрового управления. Путем анализа технической и патентной литературы была предложена новая цифровая адаптивная система управления процессом уплотнения асфальтобетонной смеси, обеспечивающая повышение точности цифрового адаптивного управления и значительное сокращение процесса укладки дорожного полотна во времени, увеличение срока службы асфальтобетонного покрытия и производительность дорожно-строительных работ.

### Выводы

1. Современные достижения в области автоматического управления процессом укладки дорожного полотна создают предпосылки необходимости проведения дополнительных научных исследований для поиска новых технических решений и разработки устройств управления технологическим процессом.
2. Обоснован выбор современных информационных технологий в управлении процессами дорожного строительства.
3. Предложена структурная схема цифровой адаптивной системы управления процессом уплотнения асфальтобетонной смеси. Получен патент на изобретение № 2499095 РФ «Цифровая адаптивная система управления процессом уплотнения асфальтобетонной смеси».

### Литература

1. СНиП 2.05.11-83. Внутрихозяйственные автомобильные дороги в колхозах, совхозах и других сельскохозяйственных предприятиях и организациях. Введ. 01.01.1985. – М.: Госстрой СССР, 1985. – 21 с.
2. Комов В.М., Кадушкин В.А. Программное моделирование дорожных одежд сельскохозяйственного назначения, армированных синтетическими решетками // Вестник ВолгГАСУ. – Волгоград, 2013. – Вып. 31(50). – Ч. 2. – С. 437–440.
3. Климов А.С., Климова О.Л., Климов С.С. Совершенствование систем автоматического управления процессами формирования асфальтобетонной смеси // Строительные и дорожные машины. – М.: СДМ-Пресс, 2013. – № 12. – С. 38–42.
4. Пат. № 106627 РФ, МПК E01C 23/07. Система автоматического управления процессом уплотнения асфальтобетонной смеси катком / А.С. Климов, Р.Т. Емельянов, А.П. Прокопьев, С.С. Климов [и др.]. – Оpubл. 20.07.2011, Бюл. № 20.

5. Пат. № 117928 РФ, МПК E01C 23/07. Устройство для автоматического управления процессом уплотнения асфальтобетонной смеси виброкатком / А.С. Климов, С.С. Климов [и др.]. – Оpubл. 10.07.2012, Бюл. № 19.
6. Пат. № 119350 РФ, МПК E01C23/07. Система автоматического управления процессом уплотнения асфальтобетонной смеси / А.С. Климов, С.С. Климов. – Оpubл. 20.08.2012, Бюл. № 23.
7. Пат. № 6567 РФ, МПК E02F9/20. Система автоматического управления положением выравнивающей плиты асфальтоукладчика / А.И. Беззуб, Ю.Г. Прокопов. – Оpubл. 16.05.1998.
8. Пат. № 95688 РФ, МПК E02F9/20. Система автоматического управления рабочим органом асфальтоукладчика / А.С. Климов, Р.Т. Емельянов, А.П. Прокопьев, С.С. Климов. – Оpubл. 10.07.2010, Бюл. № 19.
9. Пат. № 2499095 РФ, МПК E01C 23/07. Цифровая адаптивная система управления процессом уплотнения асфальтобетонной смеси / А.С. Климов, Р.Т. Емельянов, А.П. Прокопьев, С.С. Климов. – Оpubл. 20.11.2013, Бюл. № 32.



УДК 631.53:631.334

В.И. Солодун

## ОЦЕНКА СПОСОБОВ ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РАЗНЫХ ТИПОВ СОШНИКОВ

Приведенные данные исследований показали высокую эффективность ленточного и полосно-разбросного способов посева по сравнению с однострочным рядовым. При применении посевных машин «Обь-4», «Кузбасс», «ДжонДир», «Конкорд», обеспечивающих эти перспективные способы посева, полевая всхожесть семян возрастает на 21–22 %, густота стояния растений на 61–64 штук, урожайность на 0,63–0,65 т/га.

**Ключевые слова:** норма высева, пшеница, семена, однострочный посев, ленточный посев, полевая всхожесть, урожайность.

V.I. Solodun

## ASSESSMENT OF THE GRAIN CROPSOWING METHODS IN THE USE OF PLOWSHARE DIFFERENT TYPES

The conducted research data showed the high efficiency of the strip and the line-scatteringsowing methods compared to ordinary single-line. When applying the sowing machines "Ob-4", "Kuzbass", "John Deere", "Concord" providing these promising sowing methods the field seed germination increases by 21–22 %, plant density by 61–64 pieces, the crop capacity by 0.63–0.65 t/ha.

**Key words:** seeding rate, wheat, seeds, single-line sowing, strip sowing, field germination, crop capacity.

**Введение.** Основными условиями посева зерновых культур являются оптимальная, адаптивная для складывающегося типа погоды глубина заделки семян во влажную почву и равномерное их размещение по площади.

В настоящее время применяют следующие способы посева: разбросной (посев без междурядий), обычный рядовой, узкорядный, перекрестный, широкорядный, пунктирный, ленточный и ленточно-разбросной или полосно-разбросной (полосной) [1]. Рядовой способ посева с междурядьями от 10 до 25 см, проводимый двухдисковыми сошниками и получивший наибольшее распространение в практике по отвальным фонам обработки почвы, обеспечивает заделку семян на оптимальную глубину, но не дает нужного размещения семян по площади. Так, при норме высева 3 млн зерен на 1 га и ширине междурядий 15 см расстояние между семенами в ряду составляет 2,2 см, при междурядьях 23 см – 1,4 см. При норме высева 7 млн семян на 1 га (которая является оптимальной для зерновых в Предбайкалье) при посеве обычной сеялкой СЗП-3.6 или СЗ-3.6 с междурядьями 15 см расстояние между семенами сокращается до 0,5–0,6 см при критическом расстоянии от 1,0 до 1,4 см [2].

Вследствие такого неравномерного размещения семян растения находятся очень близко друг к другу и оказываются в условиях жесточайшей конкуренции с самых ранних этапов развития. Это уменьшает полевую всхожесть семян, выживаемость и продуктивность растений.

Для нормального кущения оптимальное расстояние между растениями 3–4 см. Уменьшение расстояния между зернами приводит к загущению посевов в рядах. Об этом свидетельствуют фактические данные