

**УПРАВЛЕНИЕ ДИСКРЕТНЫМ ВЕСОВЫМ ДОЗИРОВАНИЕМ
КОМПОНЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ
CONTROL OF DISCRETE WEIGHT DOSING OF COMPONENTS
OF BUILDING MIXES**

Поляков С.И., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет

имени Г.Ф. Морозова»

г. Воронеж, Россия

poliakov1960@mail.ru

Polyakov S.I., PhD (Engineering), Associate professor

FSBEI HE "Voronezh State University of Forestry and Technologies

named after G.F. Morozov"

Voronezh, Russian Federation

Аннотация: Статья посвящена проблеме точности весового дискретного дозирования сыпучих материалов при производстве строительных смесей и созданию автоматизированной системы управления процессами весового дозирования

Abstract: The article is devoted to the problem of accuracy of weight discrete dosing of bulk materials in the production of building mixes and the creation of an automated control system for weight dosing processes

Ключевые слова: весовое дозирование, точность, автоматизированная система, управление, бетонные смеси, структурная схема, комплекс технических средств

Keywords: weight dosing, accuracy, automated system, control, concrete mixtures, block diagram, complex of technical means

Процесс производства бетонных смесей чрезвычайно важен для всего строительного комплекса. Трудно переоценить применение бетонных смесей в настоящее время в строительной отрасли. Вопрос качества в условиях конкурентного производства продукции по-прежнему стоит остро. Детальное исследование всей технологической цепочки производства смесей позволяет

получить полное представление о качестве смесей и позволяет проанализировать как отдельные процессы, так и наиболее проблемные участки производства, из которых весовое дозирование компонентов, формирование смеси являются, по-видимому, наиболее значимыми. Несмотря на то, что изучению управления весовым дозированием компонентов смесей было посвящено много работ, до сих пор не известно, какой способ автоматического управления обеспечит необходимую погрешность дозирования при изменении физико-механических свойств дозируемого сыпучего материала, как компонента бетонной смеси. Процесс дозирования сыпучих тел очень сложен. Для снижения погрешности дозирования необходимо параметры управления процессом выводить на оптимальные уровни.

Работа посвящена исследованию повышения точности весового дискретного дозирования компонентов бетонных смесей и созданию автоматизированной системы управления процессом дозирования.

В проблеме комплексной автоматизации бетоносмесительных заводов участвуют технологические процессы, направленные на создание условий, при которых будет достигнута цель управления качеством бетонных смесей. К таким технологическим процессам относятся:

1) Подача и загрузка сыпучих материалов в расходные бункера надбункерного отделения бетоносмесительных установок. Измерение и контроль уровня материалов в бункерах. Автоматизация процесса подачи материалов.

2) Процесс дозирования составляющих бетонных смесей. Автоматическое дозирование как сыпучих, так и жидких компонентов смесей.

3) Процесс перемешивания составляющих, входящих в состав бетонных смесей. Автоматическое управление работой бетоносмесителей.

4) Выдача потребителю готовых бетонных смесей. Экспресс-контроль качества смеси. Автоматическое управление выдачей смесей. [1, 2, 3].

Система автоматического управления участком БСУ обеспечивает измерение, контроль всех необходимых технологических параметров, обработку и своевременную передачу информации на пульт оператора о возникших сбоях и нарушениях в ходе выполнения технологического процесса.

На рис. 1 представлена схема технологического типового бетоносмесительного узла, оснащенных дискретными дозаторами: 1 – склад

инертных материалов, 2 – поворотная воронка, 3 – датчики уровня, 4 – расходный бункер цемента, 5 – расходная емкость воды, 6 – расходные емкости химдобавок, 7 – питатели, 8 – клапан, 9 – бетоносмеситель, 10 – промежуточная воронка, 11– ленточный конвейер, 12 – промежуточные воронки, 13 – автобетоносмеситель, 14 – промежуточный бункер, 15 – ленточный транспортер, 16 – выпускной затвор, 17 – расходные бункера инертных компонентов, 18 – система подачи пара.

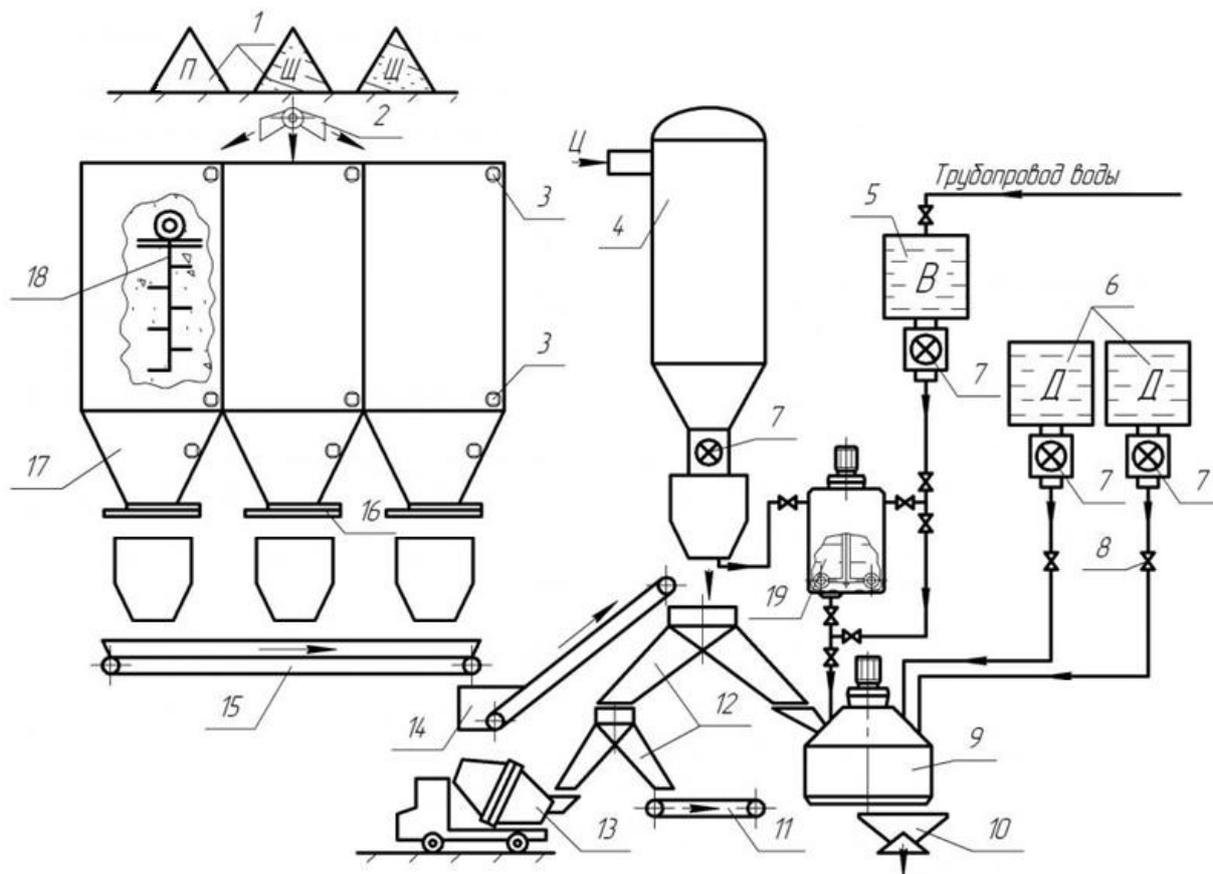


Рисунок 1 – Схема технологическая типового бетоносмесительного узла

Выпускаемые в настоящее время отечественной промышленностью весовые дозаторы «ВДД» циклического принципа действия ориентированы на реализацию, прежде всего, полуавтоматического весового дозирования сыпучих материалов и жидкостей, также с помощью них реализуется на производстве технологический учет взвешиваемых доз материалов.

Функции, выполняемые дискретными весовыми дозаторами «ВДД»:

– В АСУТП предприятия от системы управления дозаторами поступает технологическая информация;

- за отчетный период выполняется статистический учет порционных весовых доз, отработанных дозатором;
- за отчетный период производится суммирование порционных весовых доз материала, отработанных дозатором;
- в групповом и автономном режиме осуществляется дискретное дозирование жидких и сыпучих материалов.

Предлагаемые дозаторы серии «ВДД» по источникам технической литературы, средств Интернета предназначены и успешно эксплуатируются в различных отраслях промышленности, где по условиям технологического процесса необходимо осуществить с высокой точностью порционное весовое дозирование сыпучих и жидких материалов в сельском хозяйстве, пищевой промышленности, химической, угольной, цементной, горно-обогатительной и горнорудной, металлургической. Также весовые порционные дозаторы «ВДД» могут без труда использоваться для весового дозирования компонентов и составляющих бетонных смесей, так как по техническим характеристикам полностью соответствуют требованиям ГОСТ на дозирование материалов для приготовления смесей в составе бетоносмесительных цехов и заводов. [4].

Комплект поставки на объект весового оборудования включает:

- Весоизмерительный вторичный преобразователь, весовой терминал Ньютон,
- Тензометрические силовые преобразователи, оснащенные узлами встройки,
 - Блок индикации БИЗ-8,
 - Кабель связи,
 - Коробка клеммная,
 - Бункер дозирующий,
 - Дозирующие исполнительные механизмы: пневмоцилиндры, задвижки, шнеки и так далее.

При заказе и поставке весового дозирующего оборудования выполняются следующие работы:

- Размещение и установка весового оборудования предприятием-заказчиком;
- Монтаж оборудования на объекте, встраивание в существующий технологический процесс, уточнение и достижение технических характеристик весового оборудования на объекте;
- Наладка оборудования и калибровка;

- Окончательные пусконаладочные работы;
- Обслуживание оборудования сервисное и выполнение ремонта.

Цель модернизации и реконструкции бетоносмесительных установок заключается в увеличении производительности, снижении себестоимости готовой продукции, существенном повышении качества бетонных смесей и в улучшении условий труда обслуживающего персонала. Достигается поставленная цель внедрением передового весового измерительного оборудования и полной автоматизацией всего производственного цикла.

Работы по модернизации и реконструкции дозировочно-смесительного оборудования должны производиться поэтапно. Необходимо провести технико-экономическое обоснование проекта по автоматизации оборудования, состояния действующего весового и смесительного оборудования, намеченных капитальных вложений, ожидаемого экономического и социального эффекта от внедрения научно-технических и инженерно-технических разработок проекта.

Предлагаемые этапы реконструкции и модернизации:

1. Замена бетоносмесителей, расходных бункеров, существующих исполнительных механизмов, шнеков, питателей и затворов на современные;
2. Замена существующих весодозирующих и весоизмерительных систем на современные тензометрические дозаторы;
3. Замена системы аспирации, системы подготовки воздуха и компрессоров;
4. Замена оборудования, работающего на сжатом воздухе;
5. Замена пультов ручного управления приготовлением бетонных смесей;
6. Внедрение автоматизированных систем управления производством бетонных смесей для перехода в автоматический режим работы. [5, 6].

Работы возможно выполнить с остановками оборудования в минимальные сроки. Весоизмерительное оборудование после выполнения необходимого монтажа, пусковых и наладочных работ сдается в эксплуатацию.

Перед началом проведения монтажных и пусконаладочных работ необходимо произвести полное обследование состояния дозировочного и смесительного оборудования. После этого формируются замыслы и предложения по реконструкции и модернизации бетоносмесительного участка, разрабатывается техническое задание на выполнение работ и требования, предъявляемые к автоматизированной системе управления дозированием и смешиванием.

Разработка АСУ дискретным дозирование компонентов бетонных смесей позволит существенно повысить качество приготавливаемых смесей за счет выполнения требований, предъявляемых к точности дозирования. Кроме того, автоматизированная система решит задачи учета расхода исходных материалов, особенно цемента, оперативного изменения состава смесей. Дозирование компонентов смеси производится с применением дозаторов дискретного действия ВДД.

Проведенный анализ оборудования и систем управления позволил сделать следующие выводы:

1. Создание АСУТП дозирования компонентов при производстве бетонных смесей диктуется настоятельной необходимостью увеличения производительности бетоносмесительных установок, существенного повышения точности дозирования, решение задач учета расхода компонентов и повышения культуры производства в целом.

2. Проведена оценка точности дозирования цемента весовым дозатором циклического действия в составе бетоносмесительных установок, что дало возможность обнаружить недостатки в существующей системе дозирования. [7, 8].

3. Выполнен анализ существующих на предприятиях систем управления. Отмечено, что перемещение материалов выполняется операторами при ручном управлении с пульта или щита управления. Причем основными технологическими датчиками при этом являются конечные выключатели. Предложено для совершенствования системы управления использовать контроллеры фирмы Omron. Такие контроллеры обеспечат путь к модернизации и реконструкции бетоносмесительных установок, позволят перейти на новый качественный уровень управления производством.

Структурная схема предлагаемого комплекса технических средств, осуществляющего автоматизированное весовое дозирование, показана на рис. 2.

Комплекс разработан на основе высоконадёжной современной элементной базы и позволяет решать вопросы автоматизации процессов дозирования и взвешивания. 14-слотовое шасси компьютера промышленного используют в качестве основы комплекса. Внутри устанавливается процессорная центральная плата, платы цифрового ввода-вывода, интерфейсов и контроллер монитора SVGA. Датчиками измерения веса являются тензорезисторные силоизмерительные датчики ДСТ, в последнее время

широко используемые в различных отраслях промышленности. К контроллеру монитора подключается монитор пылевлагозащищенного исполнения и устанавливается в комплект универсальный.

Комплект технических средств содержит блок питания БП30Б, сенсорную панель оператора СП307, модуль ввода тензодатчиков МВ110-4ТД, программируемый логический контроллер ПЛК110 (М02). Весовое технологическое оборудование включает дозаторы песка и щебня, оснащенные приводами сенсорных затворов, приводимых в действие непосредственно от ПЛК. Управление электродвигателем силоса цемента от преобразователя частоты ПЧВ1/2. Обмен данными между сенсорной панелью оператора, модулем ввода тензодатчиков, ПЛК и ПЧ по интерфейсу RS-485. Бункеры песка и щебня, емкость для воды с клапаном соленоидным, бункер цемента подвешены на тензодатчиках. Комплекс содержит необходимое и достаточное количество технических средств для реализации прямого цифрового управления дозаторами компонентов бетонных смесей. К тензометрическим датчикам подводится питание от промышленных источников. Недостаток подобной структуры – наличие погрешностей при передаче сигналов. Эти погрешности неизбежно возникают в низковольтной измерительной цепи чувствительной к силовым электромагнитным полям.

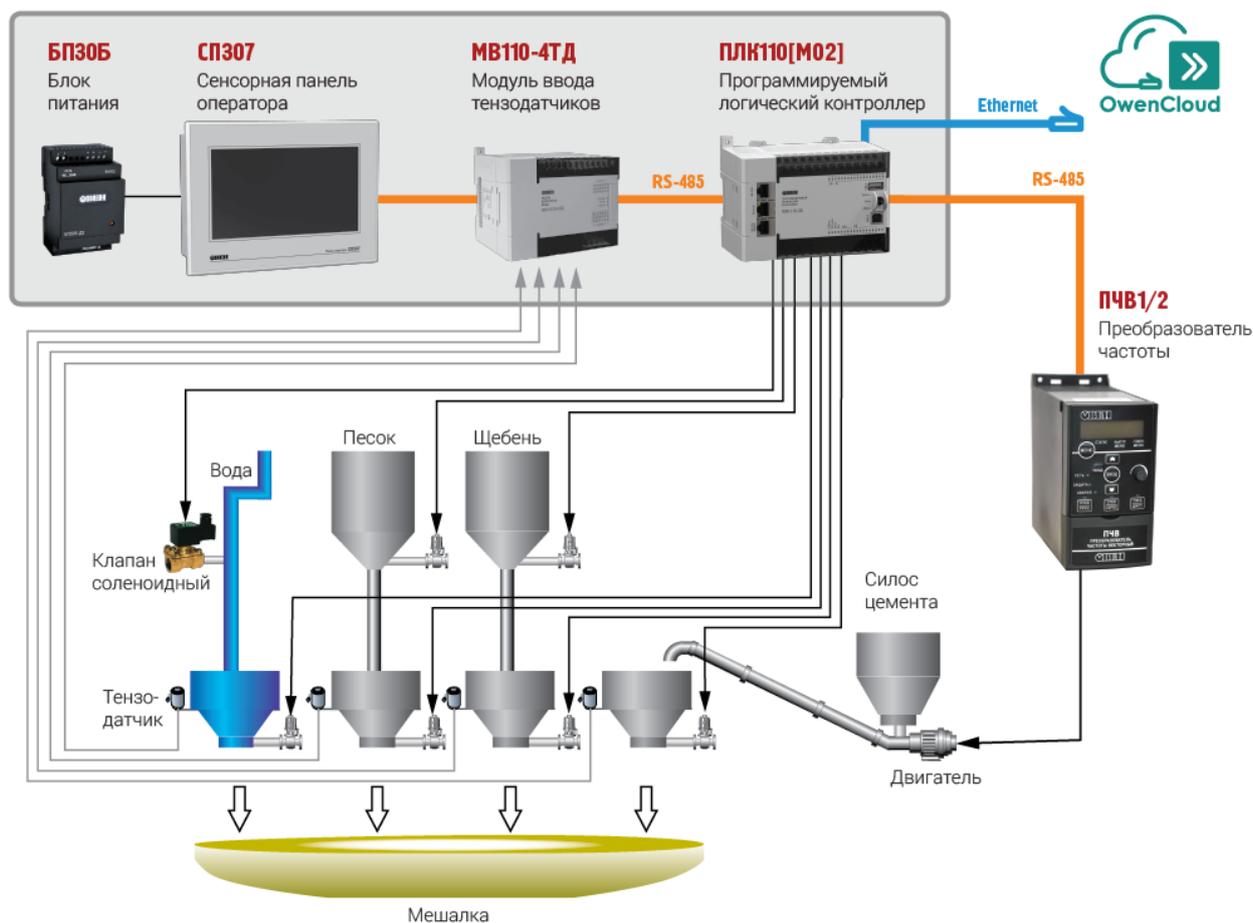


Рисунок 2 – Структурная схема КТС весового автоматизированного дозирования материалов

Копания Owen, лидер в области инноваций в промышленной автоматизации с 25-летним стажем, недавно представила еще несколько новинок. Новые модули обработки и сбора данных OWEN МСД-200 используют для прослушивания и опроса контроллеров, модулей ввода и приборов, которые имеют возможность передавать данные по интерфейсу RS-485. Модули имеют возможность архивировать данные на карту памяти SD, которые были получены с 64 точек измерения. Модули МСД-200 предоставят дополнительные возможности разработчикам распределенных систем управления на промышленном производстве. Новые изделия семейства Овен отличаются более прочным промышленным дизайном и дополнительными интеллектуальными функциями, а также встроенной поддержкой протокола Modbus - одного из наиболее широко применяемых протоколов связи в сфере промышленной автоматизации. [9].

Основные функции и отличия нового модуля обработки данных МСД-200

- Передачи архивных данных по каналу GSM;
- Количество аналоговых входов - 4;
- При заполнении карты памяти существует возможность перезаписи данных;
- Анализ архивных данных;
- Автоматическое объединение архивов за определенный промежуток времени (несколько дней);
- Возможность цифровой подписи;
- Реализация через USB порт считывания данных и их конфигурирования из МСД-200;
- Различные варианты протоколов Modbus ASCII, Modbus RTU, OVEN;
- Возможность хранить информацию на картах емкостью до 32 Гб;
- Создание архива на карте SD;
- Архивирование данных на карту памяти, полученных с 64 точек измерения;
- Передача данных от приборов, поддерживающих интерфейс RS-485.

Система управления дозированием включает в себя следующие уровни:

- нижний уровень (полевое оборудование): весовое оборудование (тензометрические датчики, дозаторы, весоизмерительные контроллеры Schenck), исполнительные механизмы (шиберы, заслонки, клапаны, питатели и пр.), частотные преобразователи Mitsubishi Electric: применяются для первичной обработки и приема различных измерительных сигналов, характеризующих технологический процесс, и обеспечения выполнения команд управления технологическим процессом
- средний уровень (автоматическое управление и регулирование): программируемые логические контроллеры фирмы Mitsubishi Electric для реализации основных функций автоматического контроля и управления технологическими процессами бетонно-смесительного узла (System Q) и управления адресной подачей бетона (FX3U)
- верхний уровень (операторский контроль и управление): АРМ оператора, пульт ручного управления БСУ, пульт ручного управления адресной подачей бетона, АРМ лаборанта химлаборатории, АРМ диспетчера по приему заказов: используются для создания оптимального интерфейса связи оператора с системой, обеспечивающего возможность достоверной оценки

технологического процесса и оперативного принятия решений по его управлению. [10].

Система управления дозированием содержит:

– подсистему управления адресной подачей бетона: предназначена для оперативного контроля и управления маршрутами транспортировки бетона от бетоносмесителей (источники бетона) к потребителям (в цех или в автомобиль). Запуск и остановка маршрута может осуществляться вручную оператором с операторской панели, а также инициироваться автоматически по запросу от АСУТП БСУ. В автоматическом режиме сбор и управлением маршрутом подачи осуществляется контроллером автоматически на основании заданной для данного заказа адресной точки. При запуске маршрута вручную, оператор на операторской панели самостоятельно выбирает маршрут и активирует запрос запуска маршрута.

– подсистему коррекции по влажности с применением влагомеров Hydronix HydroProbe-II для песка и HydroMix-VII для мешалок: позволяет обеспечить требуемое качество бетонной смеси. Коррекция по влажности песка предусматривает автоматический пересчет заданий на дозирование воды и сыпучих материалов при изменении текущей влажности от базовой. Последующая коррекция по влажности бетона предусматривает перерасчет количества воды в ходе каждого замеса, которую следует добавить, чтоб обеспечить требуемое значение влажности бетона. Система коррекции может работать как в составе комплекса АСУТП, так и в отдельно-стоящем режиме.

В работе были решены актуальные научно-технические задачи автоматического управления процессами дискретного весового дозирования компонентов бетонных смесей. Основные результаты научно-технических исследований заключаются в следующем:

1. Изучены технологические особенности работы дозаторов дискретного действия, связанные с характером загрузки материала в грузоприемный орган, свойствами самих дозируемых материалов, вызывающих дополнительные возмущающие воздействия на процесс дозирования;

2. Предложена структура АСУ дозированием, позволяющая реализовывать прямое цифровое управление весоизмерительной системой дозатора дискретного действия, сохранять и архивировать необходимые технологические параметры работы самого дозатора, так и параметры его настройки, анализировать циклы дозирования, прошедшие в недавнем прошлом и вырабатывать такое оптимальное управляющее воздействием на

дозатор, которое минимизировало бы динамическую погрешность дозирования.

Список литературы

1. Бокс, Дж. Анализ временных рядов: Прогноз и управление / Бокс Дж., Дженкинс Г.; Мир. – М., 1974, Вып. 1. – 406 с.

2. Дацук, К. А. Способ управления режимами дозирования и смешивания с применением вейвлет-преобразований / К. А. Дацук, Е. И. Князьков, Д. Б. Федосенков и др. // Техника и технология пищевых производств. – 2010. – Вып. 3(18). – С. 126–134.

3. Поляков, С. И. Автокорреляция и авторегрессия дискретного ряда дозирования сыпучих материалов / С. И. Поляков // Лесной комплекс: состояние и перспективы развития: материалы XIII-ой международной научно-технической интернет – конференции 1 ноября – 30 ноября 2014 года. – Брянск, 2014. – С. 89–92.

4. Поляков, С. И. Автоматизация дозирования и учета расхода компонентов бетонных смесей: специальность 05.13.07 «Автоматизация технологических процессов и производств (промышленность)»: дис. ... канд. техн. наук: защищена 02.09.1994 / Поляков С. И.; «ВГТУ». – Воронеж, 1994. – 250 с.

5. Поляков, С. И. Внедрение модульной системы управления дозированием в производство / С. И. Поляков // Математическое моделирование, компьютерная оптимизация технологий, параметров оборудования и систем лесного комплекса: межвуз. сборник научных трудов. – Воронеж, 2000. – С. 287–288.

6. Поляков, С. И. Математическая модель динамической погрешности дозирования. / С. И. Поляков // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2011. – № 6. Т. 7. – С. 74–76.

7. Поляков, С. И. Оценка точности дозирования сыпучего материала / С. И. Поляков // Актуальные проблемы лесного комплекса: сборник научных трудов. – Брянск, 2002. – Вып.5. – С. 78–81.

8. Поляков, С. И. Проблема точности дозирования материалов / С. И. Поляков // Проблемы и перспективы лесного комплекса: материалы межвузовской научно – практической Конференции. – Т. 2. – Воронеж, 2005. – С. 45–49.

9. Поляков, С. И. Прогноз дискретного ряда дозирования / С. И. Поляков // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2012. – № 6. Т. 8. – С. 33-35.

10. Поляков, С. И. Исследование автоматического управления переместительными операциями на базе контроллера OMRON // Поляков С. И., Короборчев Р. Н. Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: Сб. науч. тр. по матер. Всероссийской науч.-техн. конф. 2018г. №4 (40) – Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГЛУ», 2018. – 403 с.

References

1. Box, J. Time series analysis: Forecast and management / Box J., Jenkins G.; World. – M., 1974, Issue. 1. – 406 p.

2. Datsuk, K. A. A method for controlling dosing and mixing modes using wavelet transforms / K. A. Datsuk, E. I. Knyazkov, D. B. Fedosenkov, etc. // Equipment and technology of food production. – 2010. – Issue. 3(18). – pp. 126–134.

3. Polyakov, S.I. Autocorrelation and autoregression of a discrete series of dosing of bulk materials / S.I. Polyakov // Forestry complex: state and development prospects: materials of the XIIIth international scientific and technical Internet conference November 1 - November 30, 2014. – Bryansk, 2014. – pp. 89–92.

4. Polyakov, S.I. Automation of dosing and accounting for the consumption of components of concrete mixtures: specialty 05.13.07 “Automation of technological processes and production (industry)”: dis. ...cand. tech. Sciences: protected 02.09.1994 / Polyakov S.I.; "VSTU". – Voronezh, 1994. – 250 p.

5. Polyakov, S. I. Introduction of a modular dosing control system into production / S. I. Polyakov // Mathematical modeling, computer optimization of technologies, parameters of equipment and systems of the forestry complex: interuniversity. collection of scientific works. – Voronezh, 2000. – pp. 287–288.

6. Polyakov, S.I. Mathematical model of dynamic dosing error / S. I. Polyakov // Bulletin of the Voronezh State Technical University. – 2011. – No. 6. T. 7. – pp. 74–76.

7. Polyakov, S.I. Assessment of the accuracy of dosing of bulk material / S.I. Polyakov // Current problems of the forestry complex: collection of scientific works. – Bryansk, 2002. – Issue 5. – pp. 78–81.

8. Polyakov, S.I. The problem of accuracy of dosing materials / S.I. Polyakov // Problems and prospects of the forestry complex: materials of the interuniversity scientific and practical Conference. – T. 2. – Voronezh, 2005. – pp. 45–49.

9. Polyakov, S.I. Forecast of a discrete dosing series / S.I. Polyakov // Bulletin of the Voronezh State Technical University. – 2012. – No. 6. T. 8. – pp. 33-35.

10. Polyakov, S. I. Study of automatic control of moving operations based on the OMRON controller // Polyakov S. I., Koroborchev R. N. Current directions of scientific research of the XXI century: theory and practice: Collection of scientific papers of All-Russian Scientific and Technical. conf. 2018 No. 4 (40) - Voronezh: FSBEI HE "VSLTU", 2018. - 403 p.