

Моделирование и совершенствование комбинированных систем регулирования веса бумажного полотна

М.С. Ревунов¹, Д.С. Ревунов², Е.Н. Салмов¹, Н.В. Лысова³, В.М. Мыскин⁴

¹ОАО “Маяк”, Пенза

²ООО “Промсистем”, Пенза

³Пензенский государственный университет, Пенза

⁴НПФ “Круг”, Пенза

Аннотация: Для решения проблемы с большим временным запаздыванием в комбинированных системах регулирования веса 1 кв.м. бумажного полотна при производстве бумаги и картона на современных отечественных бумагоделательных машинах (БДМ) предлагается ввести дополнительный контур управления скоростью напуска бумажной массы на сеточный стол БДМ. Введенный контур будет функционировать попеременно с действующим контуром регулирования давления “воздушной подушки” внутри напорного устройства БДМ, формируя задание для компрессора или выходной задвижки (в зависимости от вида выбранного исполнительного механизма).

Ключевые слова: Бумагоделательная машина, напорное устройство, напуск бумажной массы, вес бумажного полотна, компьютерное моделирование, регулятор.

Постановка задачи

Для действующих функциональных подсистем контроля (АСУТП) веса 1 кв.м. бумажного полотна, которые основываются на принципах экстремального [1,2] или стабилизирующего управления [3,4], характерно присутствие существенных помех, поэтому для их работы требуются сложные помехозащищенные алгоритмы [5,6]. Однако, при наличии в объекте управления (ОУ) большого временного запаздывания, это приводит к невысоким показателям быстродействия АСУТП [7], что способствует появлению брака конечной продукции и перерасходу сырья.

Таким образом, для повышения быстродействия комбинированных систем регулирования веса бумажного полотна предлагается ввести дополнительный контур управления (рис. 1).

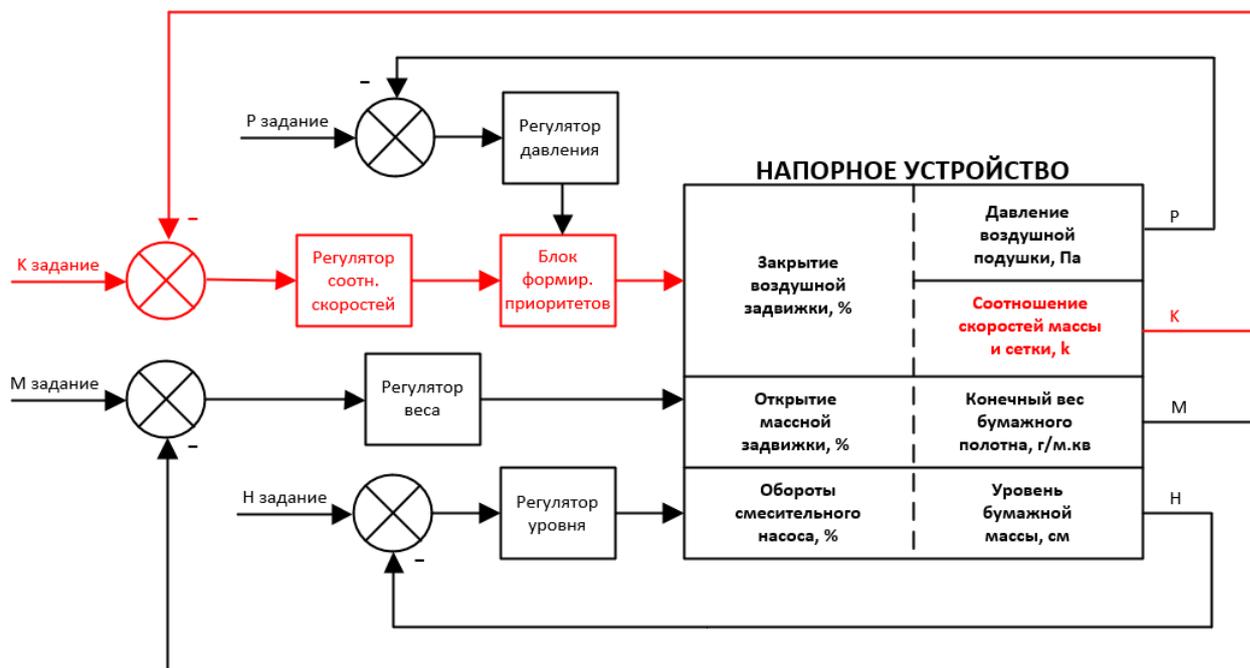


Рис. 1. – Структурная схема системы управления процессом

Компьютерная модель комбинированной системы регулирования веса бумажного полотна

Сложность техпроцесса бумажного производства, обусловленная многомерностью и многосвязностью объекта управления [8], наличием запаздывания и нелинейности в АСУТП [9], ведет к необходимости построения математических и компьютерных моделей для выявления оптимальных режимов работы функциональных подсистем бумагоделательных машин (БДМ) [10].

Все расчеты проводились с помощью математического пакета Matlab и графической среды моделирования Simulink на основе экспериментальных данных. Адекватность моделей была подтверждена по значениям соотношения дисперсии относительного среднего к остаточной дисперсии и таблицам F-критерия Фишера при уровне значимости $\alpha = 0,05$ [10]. Компьютерные модели АСУТП (в том числе, и с регулятором соотношения скоростей напуска бумажной массы на сетку и сеточного стола БДМ) представлены на рис. 2 – рис. 4.

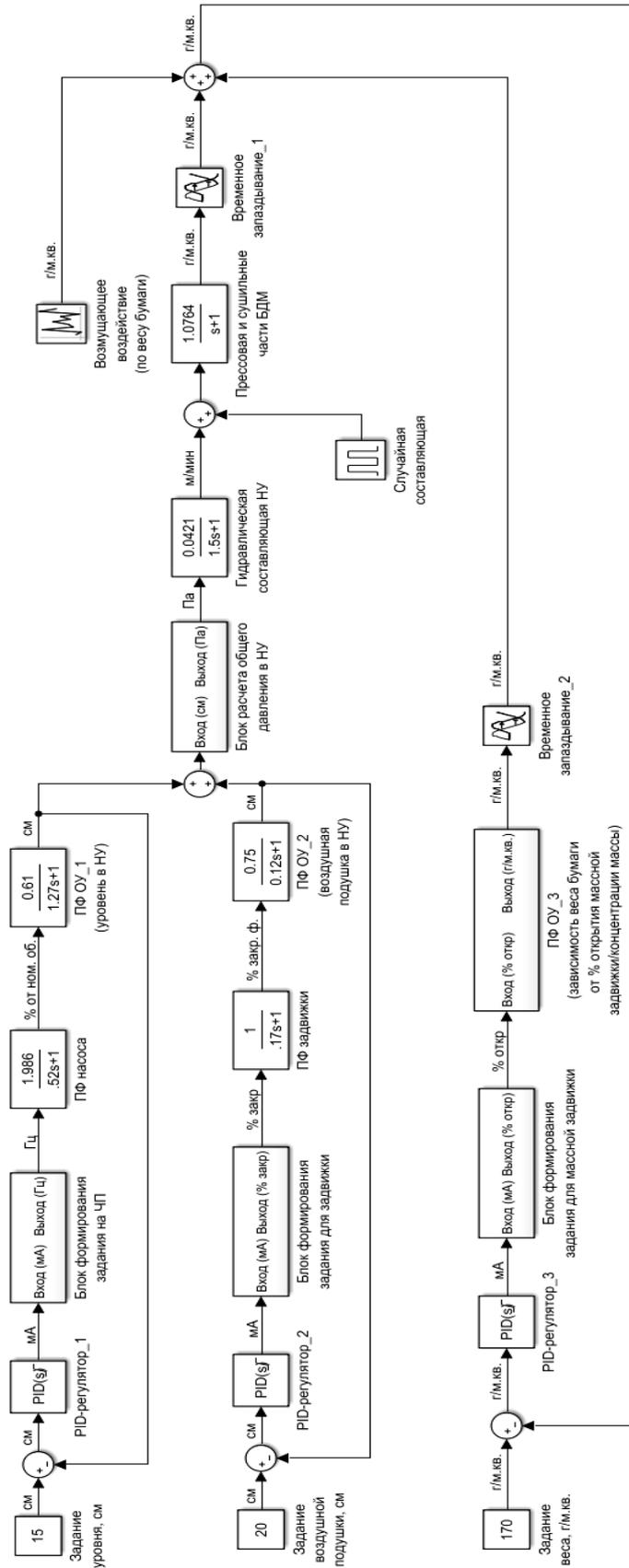


Рис. 2. – Компьютерная модель действующей АСУТП

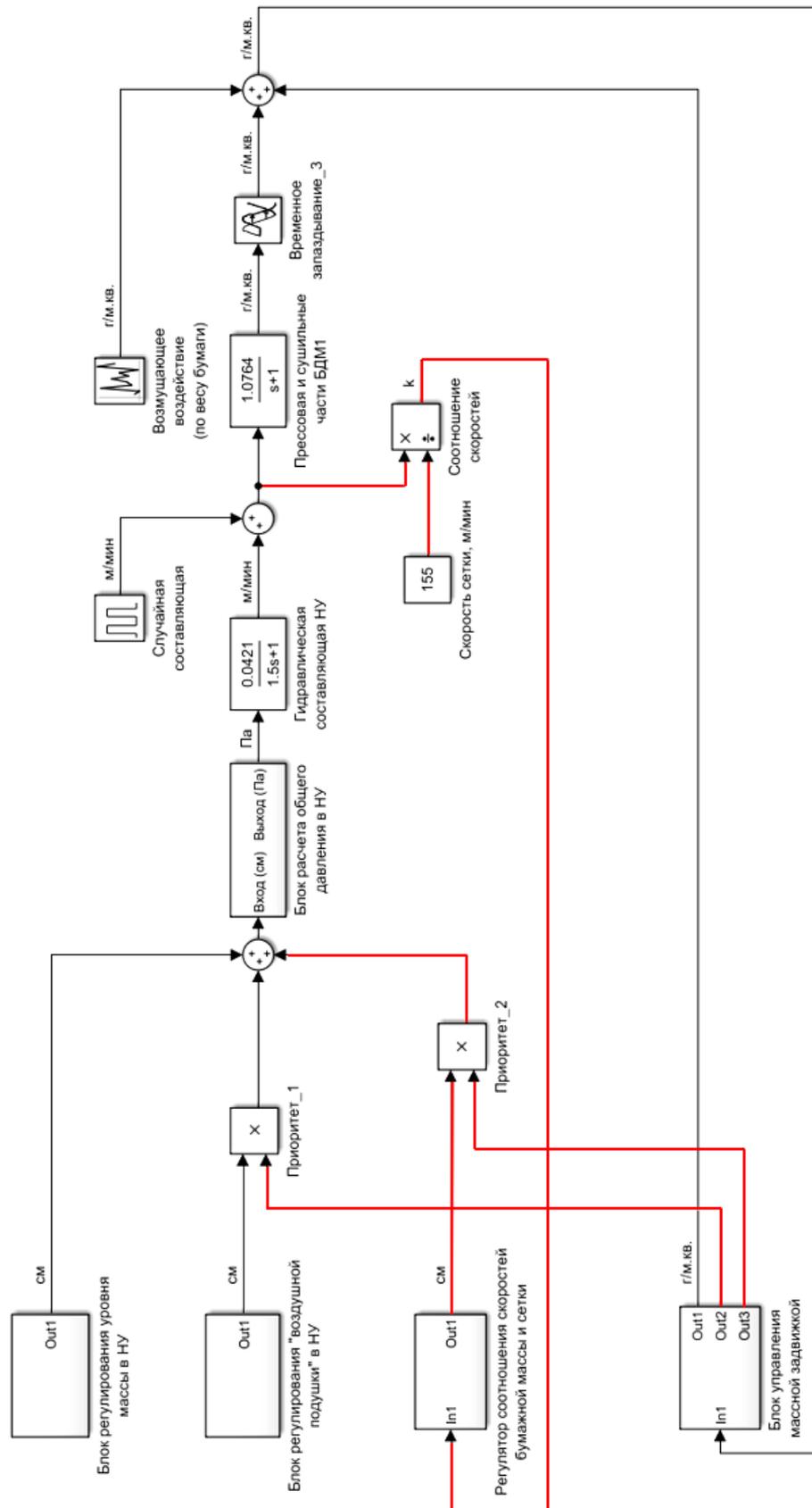


Рис. 3. – Компьютерная модель с регулятором соотношения скоростей

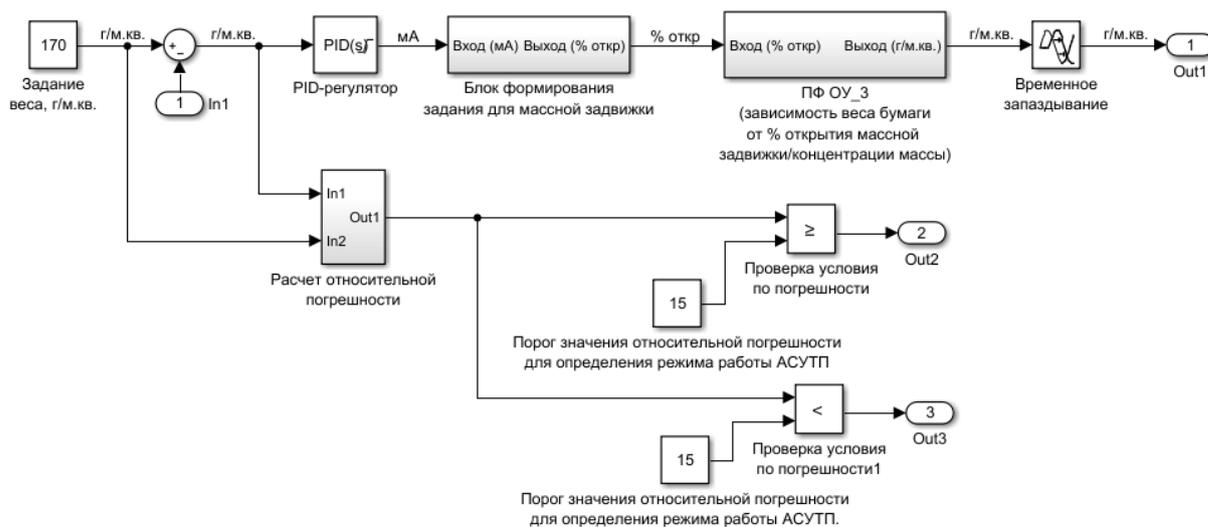


Рис. 4. – Блок управления массовой задвижкой

Заключение

В ходе выполнения работы были достигнуты следующие результаты:

- на основе экспериментальных данных построена компьютерная модель действующей комбинированной системы регулирования веса 1 кв. м. бумажного полотна;
- построена компьютерная модель комбинированной системы регулирования веса 1 кв. м. бумажного полотна с контуром управления соотношением скоростей;
- практически доказано, что введение дополнительного контура управления позволяет повысить быстродействие и качество регулирования АСУТП (рис. 5);
- логическая развязка между двумя контурами управления (регулятором давления “воздушной подушки” и регулятором соотношения скоростей), формирующими задание для одного и того же исполнительного механизма (выходной воздушной задвижки), осуществляется с помощью условных операторов (рис. 4).

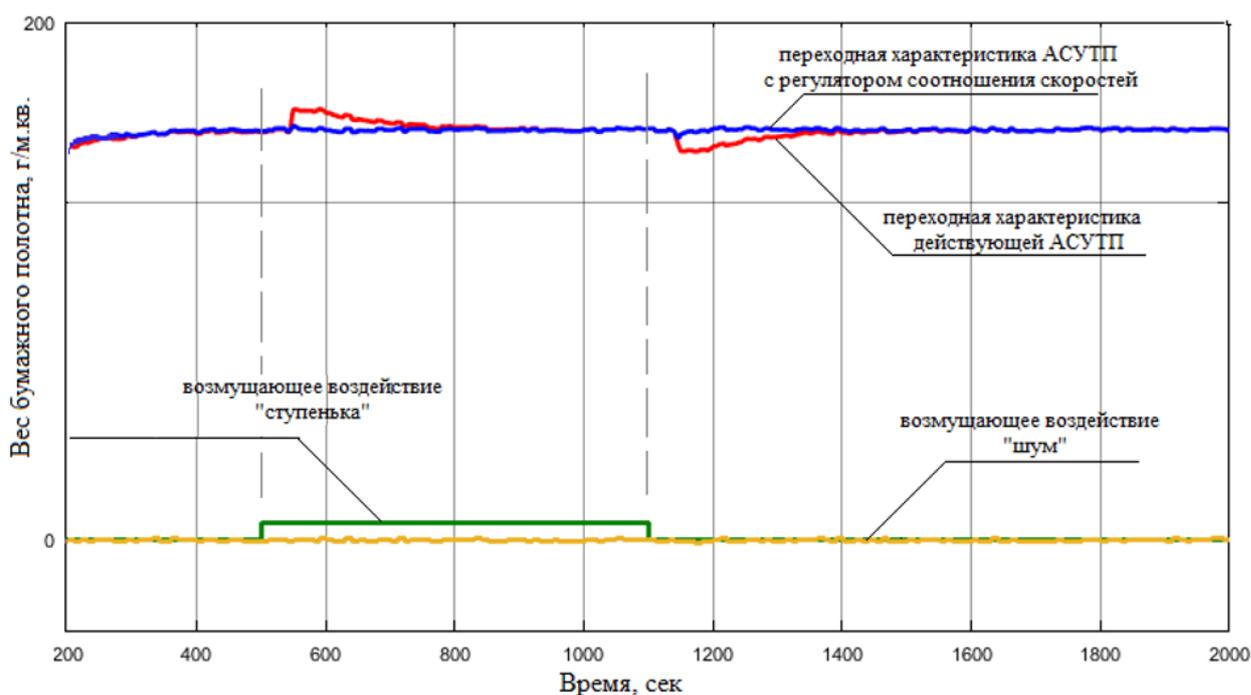


Рис. 5. – Переходные характеристики моделей АСУТП

Литература

1. Лысова Н.В., Мясникова Н.В. Регулирование веса бумажного полотна на основе метода экстремальной фильтрации для систем реального времени с помощью покадровой обработки сигнала // Инженерный вестник Дона, 2019, №5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2019/5882.
2. Фляте Д.М. Свойства бумаги. М.: Лань, 2012. 384 с.
3. Иванов С.Н. Технология бумаги. М.: Школа бумаги, 2006. 310 с.
4. Niskanen K. Paper physics, second addition, book series papermaking science and technology. Тарпи: Fapet Oy, 2008. 324 p.
5. Никулин С.В. Совершенствование функциональных подсистем АСУТП бумажного производства на основе экстремального, нейросетевого и предиктивного управления: дис. кандидата технических наук, специальность 05.13.06 [Место защиты: Пензенский государственный университет]. Пенза, 2016. 160 с.

6. Авдеева О.В., Артамонов Д.В., Никулин С.В., Семенов А.Д. Экстремальное управление инерционным объектом с запаздыванием в условиях сильных помех // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2014. № 3. 54-64 с.
7. Revunov M.S., Semenov A.D., Nikulin S.V. Fuzzy extremal regulatory system with multidimensional input // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 709 (2020) 022085 (ICMTMTE 2019). – IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/709/2/022085, 2020.
8. Ревунов М.С. Совершенствование систем стабилизации параметров потока бумажной массы с использованием кросскорреляционного алгоритма // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. 2018. №4(26). 24 с.
9. Андреев Д.А., Панфилов А.Н., Скоба А.Н. Управление операционными процессами операторов сложных систем // Инженерный вестник Дона, 2017, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2017/4322/.
10. Ревунов М.С. Повышение эффективности АСУТП формирования бумажного полотна с использованием методов экстремального и нечеткого управления: дис. кандидата технических наук, специальность 05.13.06 [Место защиты: Пензенский государственный университет]. Пенза, 2020. 160 с.

References

1. Lysova N.V., Mjasnikova N.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2019, №5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2019/5882.
 2. Fljate D.M. Svojstva bumagi [Properties of paper]. М.: Lan', 2012. 384 p.
 3. Ivanov S.N. Tehnologija bumagi [Paper technology]. М.: Shkola bumagi, 2006. 310 p.
-

4. Niskanen K. Paper physics, second addition, book series papermaking science and technology. Tappi: Fapet Oy, 2008. 324 p.
5. Nikulin S.V. Sovershenstvovanie funkcional'nyh podsystem ASUTP bumazhnogo proizvodstva na osnove jekstremal'nogo, nejrosetevogo i prediktivnogo upravlenija dis. kandidata tehniceskikh nauk 05.13.06. [Mesto zashhity: Penzenskij gosudarstvennyj universitet]. Penza, 2016. 160 p.
6. Avdeeva O.V., Artamonov D.V., Nikulin S.V., Semenov A.D. Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Povolzhskij region. Tehniceskie nauki. 2014. № 3. pp. 54-64.
7. Revunov M.S., Semenov A.D., Nikulin S.V. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 709 (2020) 022085 (ICMTMTE 2019) DOI:10.1088/1757-899X/709/2/022085.
8. Revunov M.S. Izmerenie. Monitoring. Upravlenie. Kontrol'. 2018. №4(26). p. 24.
9. Andreev D.A., Panfilov A.N., Skoba A.N. Inzhenernyj vestnik Dona, 2017, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2017/4322/.
10. Revunov M.S. Povishenie effektivnosti ASUTP formirovaniya bumajnogo polotna s ispolzovaniem metodov ekstremalnogo i nechetkogo upravleniya dis. kandidata tehniceskikh nauk 05.13.06. [Mesto zashhity: Penzenskij gosudarstvennyj universitet]. Penza, 2020. 160 p.