

**ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР  
ТАРАҚҚИЁТИ**  
**РАЗВИТИЕ НАУКИ И  
ТЕХНОЛОГИЙ**



**1**  
**2023**



*Бош муҳаррир:*

**ДЎСТОВ Ҳ.Б.**

кимё фанлари доктори, профессор

*Тахририят ҳайъати раиси:*

**БАРАКАЕВ Н.Р.**

техника фанлари доктори, профессор

*Муовини:*

**ШАРИПОВ М.З.**

физика-математика фанлари доктори

*Тахрир ҳайъати:*

**МУҚИМОВ К.М.**

ЎзР ФА академиги (ЎЗМУ)

**ЖАЛИЛОВ А.Т.**

ЎзР ФА академиги (Тошкент кимё-технология  
ИТИ)

**НЕГМАТОВ С.Н.**

ЎзР ФА академиги (“Фан ва таракқиёт” ДУК)

**РИЗАЕВ А.А.**

т.ф.д., профессор (ЎзР ФА Механика ва зилзила-  
бардошлилик ИТИ)

**БАҲОДИРОВ Ғ. А.**

т.ф.д., профессор, ЎзР ФА бош илмий котиби

**МАЖИДОВ Қ.Х.**

техника фанлари доктори, профессор

**АСТАНОВ С.Х.**

физика-математика фанлари доктори, профессор

**РАХМОНОВ Х.Қ.**

техника фанлари доктори, профессор

**ВОХИДОВ М.М.**

техника фанлари доктори, профессор

**ЖЎРАЕВ Х.Ф.**

техника фанлари доктори, профессор

**САДУЛЛАЕВ Н.Н.**

техника фанлари доктори, профессор

**ФОЗИЛОВ С.Ф.**

техника фанлари доктори, профессор

**ИСАБАЕВ И.Б.**

техника фанлари доктори, профессор

**АБДУРАҲМОНОВ О.Р.**

техника фанлари доктори, профессор

**НИЗОМОВ А.Б.**

иқтисод фанлари доктори, профессор

**ТЕШАЕВ М.Х.**

физика-математика фанлари доктори

**ЮНУСОВА Ғ.С.**

фалсафа фанлари доктори

**ХАМИДОВ О.Х.**

иқтисод фанлари доктори, профессор

**ХОШИМОВ Ф.А.**

т.ф.д., профессор (ЎзР ФА Энергетика институти)

**АХМЕТЖАНОВ М.М.**

педагогика фанлари номзоди, профессор

**АЗИМОВ Б.Ф.**

иқтисод фанлари номзоди, доцент

(махсус сонлар учун масъул)

*Муҳаррирлар:*

**БАРАКАЕВА Д.Ф., ОРТИҚОВА С.Ж.**

**ИСТАМОВА Ғ.Х.**

*Мусахҳиҳлар:*

**БОЛТАЕВА З.З., САЙИТОВА К.Х.**

## **ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР**

### **ТАРАҚҚИЁТИ**

ИЛМИЙ – ТЕХНИКАВИЙ ЖУРНАЛ

## **РАЗВИТИЕ НАУКИ И**

### **ТЕХНОЛОГИЙ**

НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

*Журнал Ўзбекистон матбуот ва ахборот  
агентлиги Бухоро вилояти бошқармасида  
2014 йил 22-сентябрда № 05-066-сонли  
гувоҳнома билан рўйхатга олинган*

*Муассис:*

*Бухоро муҳандислик-технология институти*

*Журнал Ўзбекистон Республикаси Вазирлар  
Маҳкамаси ҳузуридаги ОАК Раёсатининг  
2017 йил 29-мартдаги №239/5- сонли қарори  
билан диссертациялар асосий илмий  
натижаларини чоп этиши тавсия этилган  
илмий наشرлар рўйхатида киритилган.*

*Тахририят манзили:*

*200100, Бухоро шаҳри, Қ. Муртазоев  
кўчаси, 15-уй,*

*Бухоро муҳандислик-технология институти  
биринчи биноси, 2-қават, 206-хона.*

*Тел: 0(365) 223-92-40*

*Факс: 0(365) 223-78-84*

*Электрон манзил:*

**E-mail: [fantt\\_jurnal@umail.uz](mailto:fantt_jurnal@umail.uz)**

*Журналнинг тўлиқ электрон варианты  
билан <https://journal.bmti.uz/>  
сайти орқали танишиши мумкин.*

*Ушбу журналда чоп этилган материаллар  
тахририятнинг ёзма рухсатисиз тўлиқ ёки  
қисман чоп этилиши мумкин эмас.  
Тахририятнинг фикри муаллифлар фикри  
билан ҳар доим ҳам мос тушмаслиги  
мумкин. Журналда ёритилган  
материалларнинг ҳаққонийлиги учун  
мақолаларнинг муаллифлари ва реклама  
берувчилар масъулдирлар.*

# МУНДАРИЖА - СОДЕРЖАНИЕ – CONTENT

<b>ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЖИҲОЗЛАР</b>	
<b>Набиев М.Б.</b> Расчетно-конструктивный анализ автоматических клиноременных вариаторов мототранспортных средств . . . . .	<b>4</b>
<b>Набиев М.Б.</b> Возможная область регулирования автоматических клиноременных вариаторов мототранспортных средств . . . . .	<b>9</b>
<b>Азизов Б.А.</b> Бухоро вилояти тупроқ-иклим шароити учун комбинациялашган плуг роторининг тури ва параметрларини асослаш . . . . .	<b>15</b>
<b>Бердиев Д.М., Ибодуллаев Т.Н., Абдуллаев А.Х., Камилова Г.М.</b> Совершенствование технологии термоциклической обработки для повышения износостойкости зубчатых колес . . . . .	<b>20</b>
<b>Бафоев Д.Х.</b> Силлик цилиндрлик қўзғалмас бирикмаларнинг умрбоқийлигини ошириш	<b>26</b>
<b>Аноров Р.А., Рахмонов О.К., Усмонов С.Б., Салиханова Д.С., Адизов Б.З.</b> Гилли бурғилаш эритмалари тайёрлаш учун гилли композицияларни олиш ва уларнинг хоссаларини ўрганиш . . . . .	<b>33</b>
<b>Бобоев А.А.</b> Перспективные технологии очистки сточных вод хвостохранилищ золотодобычи в Узбекистане . . . . .	<b>39</b>
<b>Шарипов Н.З., Гафуров К.Х.</b> Соя уруғини чақиш жараёнини назарий асослари ва пичоғни танлаш . . . . .	<b>48</b>
<b>КИМЁ ВА КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯЛАР</b>	
<b>Факеров Г.М., Эркаев А.У., Шарипова Х.Т., Мирзоев Б.</b> Исследование процесса получения органоминеральных удобрений азотнокислотным окислением углей Шурабского месторождения . . . . .	<b>53</b>
<b>Юлдашев Т.Р., Махмудов М.Ж.</b> Метилдиэтанолламин ва метил спирти эфирлари ишлаб чиқаришда технологик режим танлашни асослаш . . . . .	<b>58</b>
<b>Бабаев Ж.О., Фозилов С.Ф., Мавланов Б.А., Мустафоев Х.М., Фозилов Ҳ.С., Шарипов Б.З.</b> 2-меркаптобензоксазол эфирларини олиш ва уларни дизель ёқилғилари турли хоссаларига таъсирини ўрганиш . . . . .	<b>65</b>
<b>Астанов С.Х., Нишоннов Н., Вахобова М.А., Ашуров З.Р., Касимова Г.К.</b> Спектроскопия гипохромного эффекта в растворах стильбена и его производных . . . . .	<b>69</b>
<b>Хусенов К.Ш., Умаров Б.Б., Тургунов К.К., Ганиев Б.Ш., Ибрагимов Б.Т.</b> Кристаллическая структура и анализ поверхности Хиршфельда комплекса бромида цинка(II) с 2-аминогиадиазолом-1,3,4 . . . . .	<b>75</b>
<b>Юлчиева С.Т., Сманова З.А.</b> Иммуобилизованные органические люминесцентные реагенты для определения некоторых тяжелых металлов . . . . .	<b>85</b>
<b>Умаров Б.Б., Сулаймонова З.А., Мирзоева Г.А.</b> Синтез и оптические свойства лигандов на основе β-дикарбонильных производных ферроцена . . . . .	<b>94</b>
<b>Шадиева Ш.Ш., Нурова О.У., Амонов М.Р.</b> Юқори самарали оҳорловчи полимер композициялар таркибини ишлаб чиқиш ва уларнинг хоссалари . . . . .	<b>99</b>
<b>МАШИНАСОЗЛИК ВА ЭНЕРГЕТИКА</b>	
<b>Sadullayev N.N., Muzaffarov F.F.</b> Yordamchi yuzali vertikal o‘qli shamol turbinasining tuzilishi umumiy tahlili va boshqa turbinalardan farqli jihatlari. . . . .	<b>104</b>
<b>Hamroyev H.H. Shodiyev Z.O.</b> Mexanik ishlov berishda aniqlikni oshirish tahlili . . . . .	<b>109</b>
<b>Амиров С.Ф., Юлдашев Н.Р., Мухсимов Ш.С.</b> Бурчак силжишини ўлчовчи янги трансформатор ўзгартиргичнинг қўшимча хатолик манбалари . . . . .	<b>114</b>
<b>Хамроев Х.Х., Савриев Й.С., Тураева У.Х., Рузимуратова З.А.</b> Особенности высокоскоростного фрезерования. . . . .	<b>120</b>

<b>Сафаров А.М.</b> Повышения чувствительности преобразователя постоянного тока, на основе магнитных полей с различными частотами . . . . .	<b>128</b>
<b>Эгамов Д.А.</b> Электр энергия таъминотининг узлуксизлигини таъминлаш чоралари учун мўлжалланган “Кўчма АВР – 04 кВ” ни қўллаш самараси . . . . .	<b>133</b>
<b>Жураева К.К.</b> Исследование влияния дестабилизирующих факторов на характеристики магнитоупругих преобразователей механических величин . . . . .	<b>136</b>
<b>Рахманов И.У., Курбонов Н.Н., Нематов Л.А.</b> Автоматизированная система управления электропотребления промышленных предприятий . . . . .	<b>141</b>
<b>ИНФОРМАТИКА ВА АХБОРОТ-КОММУНИКАЦИОН ТИЗИМЛАР</b>	
<b>Шоимкулов А.А., Турдибеков К.Х., Файзуллаев Ж.С.</b> Выбор диагностических параметров и алгоритма функциональной диагностики тяговых асинхронных двигателей . . . . .	<b>146</b>
<b>Ботирова Н.К.</b> Касбий кўникмаларни шакллантиришда ахборот таълим муҳитидан фойдаланиш . . . . .	<b>154</b>
<b>Мирзаева Ш.У., Увайзов С.К.</b> Математическая модель процесса извлечения компонентов экстракцией из лакричного корня углекислотой . . . . .	<b>158</b>
<b>ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ</b>	
<b>Авизов С.Р., Садыков И.Ш., Саломов Б.Х.</b> Влияние термической обработки на биохимический состав (белковый, углеводный, липидный и витаминный) <i>chlorella vulgaris</i> . . . . .	<b>169</b>
<b>Азизов А.Ш, Абдураззоқова М.Н, Рахимжонова М.Д, Рахимжонов Ж.Д.</b> Асаларига озуқа тайёрлашда шарбат олиш ускунасининг ишлаш принципи ва параметрлари . . . . .	<b>173</b>
<b>Oltiyev A.T., Haydarova M.F., Bozorova D.N.</b> Maqsadli sukat mahsulotlari ishlab chiqarish texnologiyasini yaratish . . . . .	<b>178</b>
<b>ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ</b>	
<b>Тошпулотов Л.И., Танибердиев Ф.Р., Хамраева С.А.</b> Рогоз толасининг тузилиши ва таркиби. . . . .	<b>183</b>
<b>Юсупбеков Н.Р., Беккулов Ж.Ш.</b> Синтез системы адаптивного регулирования процесса сушки минеральных удобрений в барабанной сушилке . . . . .	<b>187</b>
<b>Kuliyeva D.R., Avezov M.F.</b> Bazalt matosining tikish imkoniyatlarini takomillashtirish maqsadida mato sirtiga yelimli suyuqlik bilan ishlov berish . . . . .	<b>195</b>
<b>Ражабова Г.Ж., Турсунова З.Н.</b> Оқимда ташкилий операцияларни комплекташ шартлари . . . . .	<b>199</b>
<b>Юлдашев Ж.А., Хакимов Ш.Ш.</b> Пахта тозалаш жараёнининг асосий ишчи органи аррачаларнинг қаттиқлигини ошириб ишлаш муддатини узайтириш	<b>202</b>
<b>Ҳамитов А.А., Ахмедов Б.Б.</b> Пойабзал устки чарми ишлаб чиқаришда тайёрлов ва ошлаш жараёнлари тадқиқоти . . . . .	<b>210</b>
<b>Эрдонов А.М., Росулов Р.Х., Ахмедов К.И., Сайиткулов С.О.</b> Пахта тозалагичнинг тўрли юзасини такомиллаштириш . . . . .	<b>216</b>
<b>Исмойилов Ф.Б., Қўлдошев Э.И., Сагтарова Н.Н.</b> Жунни дастлабки ишлашда винтли тозалагичлардан фойдаланишнинг аҳамияти . . . . .	<b>219</b>
<b>Обидов А.А., Мамажанов Ш.О.</b> Ифлослик таркибидан пахта хом ашёсини регенерациялашнинг назарий асослари . . . . .	<b>225</b>
<b>Вафаева З.С., Матякубова Ж.Б., Мансурова М.А.</b> Тикув машинасидаги резина втулканинг пластмасса бармоқчалари ва ечиладиган иплар орасидаги ишқаланишга найча параметрларининг таъсири . . . . .	<b>231</b>
<b>Демидова М.А., Рыклин Д.Б., Кузнецов А.А.</b> Оценка адгезии нановолокнистых материалов к подложкам . . . . .	<b>236</b>

## АНИҚ ВА ИЖТИМОЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАНЛАР

<b>Nurmurodova Sh.I.</b> Zamonaviy tilshunoslikda frazeologizmlarning mohiyati . . . . .	<b>244</b>
<b>Хакимова Н., Низамов А., Мухаммадиева Л.</b> Ёғ-мой саноатини илмий-технологик модернизациялаш омиллари ва йўналишлари . . . . .	<b>248</b>
<b>Azimova N.F.</b> Yozuvchi ijodiy konsepsiyasi va hayotiy haqiqatlar uyg'unligi . . . . .	<b>257</b>
<b>Акромов I.I.</b> Aphoristic written records in old english texts: the aspect of phraseology . . . . .	<b>261</b>
<b>Орзиева Л.Н.</b> Организация и проведение педагогических экспериментов . . . . .	<b>269</b>
<b>Мажидов Қ.Х., Рахимов Ф.Ф., Акмалов.М.Ғ.</b> Қишлоқ хўжалик чиқиндилари асосидаги композициялардан қурилиш материаллари ишлаб чиқаришда фойдаланиш . . .	<b>274</b>
<b>Gaybullaev Z.X., Azizov B.A.</b> Silindrik qobiqlarda erkin to'liqlarning tarqalishi . . . . .	<b>278</b>
<b>Sharipova M.Sh.</b> "Educational assessment and evaluation in language teaching" . . . . .	<b>284</b>
<b>Казимова Г.Х.</b> Анализ ситуации и проблем обучения русскому языку студентами технических ВУЗов . . . . .	<b>293</b>
<b>Жураева К.К.</b> Исследование влияния дестабилизирующих факторов на характеристики магнитоупругих преобразователей механических величин . . . . .	<b>298</b>
<b>Жумаев М.Р., Шарипов М.З., Ризоқулов М.Н., Саидов Қ.С., Файзиев Ш.Ш.</b> Необычная лазерно-индуцированная динамика спинов . . . . .	<b>303</b>
<b>Do'stov N.B., Sevinov U.B.</b> Yarimo'tkazgichlarga diffuziya, ionlar va epitaksiya usullari bilan kirishmalar kiritish . . . . .	<b>307</b>
<b>Жўраева М.М.</b> Француз ва ўзбек эртақларининг концептуал ва миллий-маданий хусусиятлари . . . . .	<b>315</b>

2. Ф.Р.Танибердиев, Д.Т. Назарова, С.А Хамраева “Янги аралашмали ипни баҳолашда аралаш толаларнинг комплекс кўрсаткичлари” // Ўзбекистон Тўқимачилик журнали”. №2, 2021, 41-46 б. (05.00.00; №17).
3. Khamraeva S.A., Nazarova D.T. Research of the breaking load of fabrics for overalls //AIP Conference Proceedings 2467, 060006 (2022).
4. Patent № IAP20210483 Yakka va pishitilgan yangi aralashmali ip olish usuli. //S. Xamrayeva, D. Nazarova, D. Giyasova, F. Taniberdiev // Rasmiy axborotnoma, Toshkent, 2021, 8(244).
5. S.A Khamraeva, D.R Giyasova., D.S Kazakova. “Processing of local wool fiber and technology of obtaining threads of mixed composition Modern Innovations, Systems and Technologies, 2022, 2(1)(Россия), 83-93б.
6. Хамраева С.А, Танибердиев Ф.Р., Гиясова Д.Р., Казакова Д.С. Янги табиий аралашмали тола ва ипларни таҳлил қилиш // Фан ва технологиялар, 5. Бухоро, 2022.Б.
7. <https://multiurok.ru/blog/kamysh-roghoz-trostnik.html>, <https://nowifi.ru/>.
8. Mardonov S.E, Nurboev R.Kh, Kazakov F.F, Khidoyatova M.S. Development of a new composition for sizing the warp thread. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology (IJARSET) India. ISSN: 2350-0328 Vol.7 Issue 6, June – 2020 p 14044-14048
9. Казакова Дилфуза Садуллаевна, Гиясова Дилфуза Ражабовна, Хамраева Сановар Атоевна Зависимость усадки смешанной ткани для костюма от параметров формирования ткани Минобрнауки России ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (технологии. Дизайн. Искусство)», Текстильный институт международная научная конференция, посвященная 135-летию со дня рождения Профессора В.Е. Зотикова, 2022 г.
10. S.E. Mardonov, L.I. Toshpulotov, D.J. Erjanova, N.H. Karimova. Changes in the quality indicators of shirt fabrics with different fiber compositions.Modern Innovations, Systems and Technologies, 2022, 2(1). p. 76-82.
11. Kazakov F.F., Shokirov L.B., Ubaydov Q.Z. To study the effect of filling parameters on the efficiency of the cotton yarn spinning process.European Journal of Research Development and Sustainability (EJRDS) ISSN: 2660-5570 Vol. 2 No. 4, April 2021. p. 40-43
12. Ходжиев, М.Т., Джураев, А., & Ашуров, А.К. (2022). Dynamics of the machine aggregate with a milling mechanism of the cotton bundle disassembler. Современные инновации, системы и технологии-Modern Innovations, Systems and Technologies, 2(3), 0201-0210.

*Тошпулотов Лазизжон Ибодович – Бухоро муҳандислик-технология институти “Тўқимачилик маҳсулотлари технологияси” кафедраси ассистенти. Тел: (+9989)4120-39-29*

## СИНТЕЗ СИСТЕМЫ АДАПТИВНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В БАРАБАННОЙ СУШИЛКЕ

**Юсупбеков Н.Р., Беккулов Ж.Ш.**

***Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова***

*Аннотация. Процесс сушки в сушильном барабане для минеральных удобрений характеризуется достаточно сложными дифференциальными уравнениями в частных производных как объект автоматизации. Чтобы упростить модель сушильного барабана по каналу "расход горячего воздуха - содержание влаги в материале на выходе", ее можно принять в виде узлового соединения второго порядка с чистой задержкой. При этом следует отметить, что процесс сушки характеризуется гораздо большей инерцией.*

*Ключевые слова. Барабанная сушилка, двухмерная система, автоматическое управление процессом сушки минеральных удобрений, блок-схема.*

## SYNTHESIS OF A SYSTEM OF ADAPTIVE REGULATION OF THE PROCESS OF DRYING MINERAL FERTILIZERS IN A DRUM DRYER

Yusupbekov N.R., Bekkulov Zh.Sh.

*Tashkent State Technical University named after Islam Karimov.*

**Annotation.** The drying process in the drying drum for mineral fertilizers is characterized by rather complex partial differential equations as an object of automation. To simplify the model of the drying drum along the channel "hot air flow - moisture content in the material at the outlet", it can be taken as a second-order nodal connection with a net delay. It should be noted that the drying process is characterized by much greater inertia.

**Key words.** Drum dryer, two-dimensional system, automatic control of the drying process of mineral fertilizers, block diagram.

## БАРАБАНЛИ ҚУРИТГИЧДА МИНЕРАЛ ҲИТЛАРНИ ҚУРИТИШ ЖАРАЁНИНИ АДАПТИВ РОСТЛАШ ТИЗИМИНИ СИНТЕЗ ҚИЛИШ

Юсупбеков Н.Р., Бекқулов Ж.Ш.

*Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети.*

**Аннотация.** Минерал ҳитлар учун қуритиш барабанидаги қуритиш жараёни автоматлаштириш объекти сифатида анча мураккаб дифференциал тенгламалар билан тавсифланади. "Иссиқ ҳаво оқими - чиқиш жойидаги материалдаги намлик" канали бўйлаб қуритиш барабанининг моделини соддалаштириш учун уни аниқ кечикиш билан иккинчи даражали тугунли уланиш сифатида олиш мумкин. Шунини таъкидлаш керакки, қуритиш жараёни анча катта инерция билан тавсифланади.

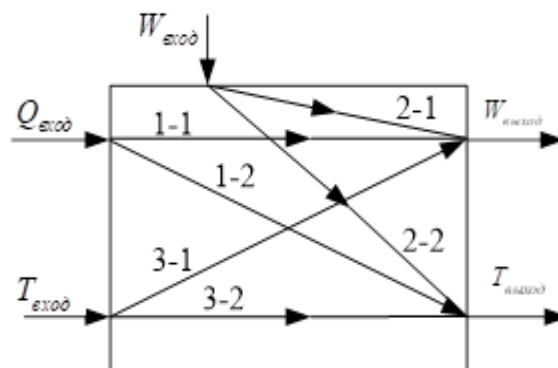
**Калит сўзлар:** барабан қуритгич, икки ўлчовли тизим, минерал ҳитларни қуритиш жараёнини автоматик бошқариш, блок диаграммаси.

**Введение.** Барабанные сушилки используются для сыпучих и гранулированных материалов. В них тепло сушильного агента напрямую передается материалу, помещенному во вращающийся барабан. Чтобы сушилка работала надежнее, необходимо использовать современные средства автоматизации. Такие инструменты позволяют интегрировать сушильное оборудование в современную систему управления. Отличительные свойства летучих материалов как объекта управления заключаются во внутренней связи между параметрами и нестационарными состояниями, связанными с физико-химическими изменениями в процессе. С учетом состава и структуры современных систем управления разработана функциональная схема барабанных сушилок [1-3].

**Основная часть.** Защита от высыхания минеральных удобрений - это обеспечение стабильной влажности конечной продукции. Особенности процесса состоят в значительной инерционности и распределенности параметров в пространстве. Кроме того, зависимости выходных параметров от входных носят нелинейный характер в следствие того, что добываемое сырье сушится в барабане с неизменной или убывающей скоростью (уровень уравнений будет два и более)[2].

Наконец, рассматриваемый процесс имеет стохастическое математическое описание, поскольку на него оказывает влияние множество случайных факторов. На рис.1 приведена структурная схема барабанной сушильной установки, где  $Q_{\text{вход}}$  - расход минеральных удобрений (кг/с);  $W_{\text{вход}}$  - начальная влажность минерального удобрения (%);  $T_{\text{вход}}$  - температура сушильного агента на входе в барабан (°C);  $W_{\text{выход}}$  - влажность минерального удобрения (%);  $T_{\text{выход}}$  - температура сушильного агента на выходе из барабанной сушилки (°C).

Для упрощения рассуждений рассмотрим всего два канала; тогда более развернутую схему можно представить в виде, изображенном



**Рис.1. Структурная схема барабанной сушилки:**

на рис.2. Здесь  $y_1$  и  $y_2$  – управляющие сигналы;  $x_1^{6blx}(t)$  и  $x_2^{6blx}(t)$  – реальные значения управляемых величин.

В хорошо спроектированной системе каналы  $y_1(t) \rightarrow x_1^{6blx}(t)$  и  $y_2(t) \rightarrow x_2^{6blx}(t)$  – независимы, т.е. выход  $x_1^{6blx}(t)$  управляется только сигналом  $y_1(t)$  и  $x_2^{6blx}(t)$  – сигналом  $y_2(t)$  (сигнал  $y_1(t)$  не влияет на  $x_2^{6blx}(t)$  и  $y_2(t)$  не воздействует на  $x_1^{6blx}(t)$ ).

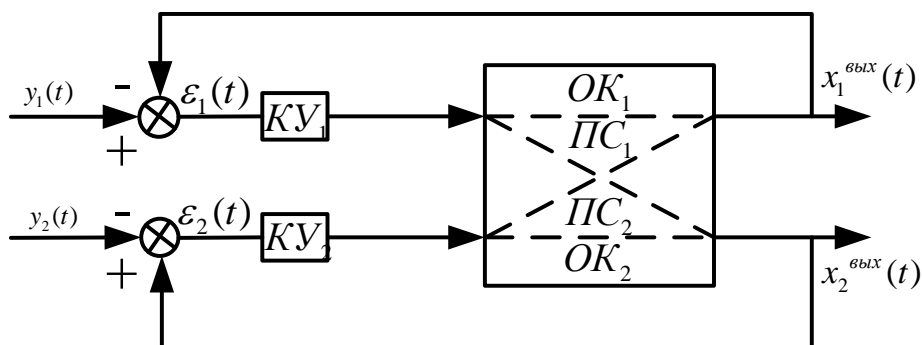


Рис.2. Структурная схема двумерной системы

В реальных же системах (наряду с основными каналами  $OK_1$  и  $OK_2$ ) часто имеют место перекрестные связи  $PC_1$  (сигнал  $y_1(t)$  воздействует на выход  $x_2^{6blx}(t)$ ) и  $PC_2$  (сигнал  $y_2(t)$  воздействует на выход  $x_1^{6blx}(t)$ ).

При исследовании подобного рода систем, а также при синтезе регуляторов (корректирующих устройств  $KU_1$  и  $KU_2$ ) необходимо учитывать перекрестные связи  $PC_1$  и  $PC_2$ . Объект называется автономным, если за счет налагаемых дополнительных связей исключается взаимное влияние каналов ( $PC_1$  и  $PC_2$  отсутствуют) [4].

Передаточная функция каждого звена представляют собой апериодическое звено с задерживающим аргументом. В целом имеет место:

$$W_{ij}(p) = \frac{K_{ij}}{T_{ij}p + 1} \cdot e^{-\tau_{ij}p}, \quad (1)$$

где  $i$  — порядковый номер входа,  $j$  — порядковый номер выхода.

Динамические характеристики каждого звена сушилки определяются опытным путем.

Таблица 1

Динамические характеристики звеньев сушилки

Обозначение канала	1-1	1-2	2-1	2-2	3-1	3-2
Канал/параметр	$Q_{ex}-W_{6blx}$	$Q_{ex}-T_{6blx}$	$W_{ex}-W_{6blx}$	$W_{ex}-T_{6blx}$	$T_{ex}-W_{6blx}$	$T_{ex}-T_{6blx}$
К-коэффициент усиления	3	40	0,1	1	0,025	0,015
T-постоянная времени	420	300	500	280	240	150
$\tau$ -транспортное запаздывание	240	90	480	80	120	30

При выборе основного канала прохождения сигнала оцениваются динамические характеристики объекта. Канал с двумя параметрами -  $T$  и  $\tau$  - предпочтительнее.

В случае равенства этих параметров выбирается канал с малым отношением  $\tau/T$ , при этом основным каналом регулирования является температура на входе сушильного агента - его температура на выходе (рис.2).

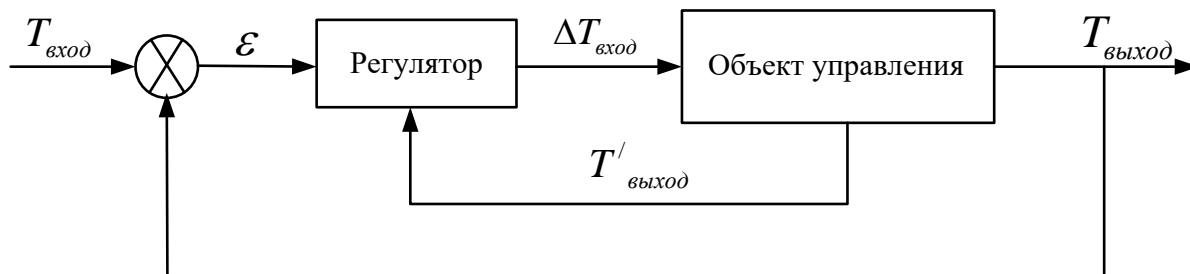


Рис.2. Блок-схема системы автоматического регулирования

Принятая система автоматического регулирования не обеспечивает требуемого качества сушки.

Более предпочтительна адаптивная система управления, модель которой представлена на рис.3. Она построена на основе системы, контролирующей основную переменную ( $T_{вых}$ ) в зависимости от отклонения.

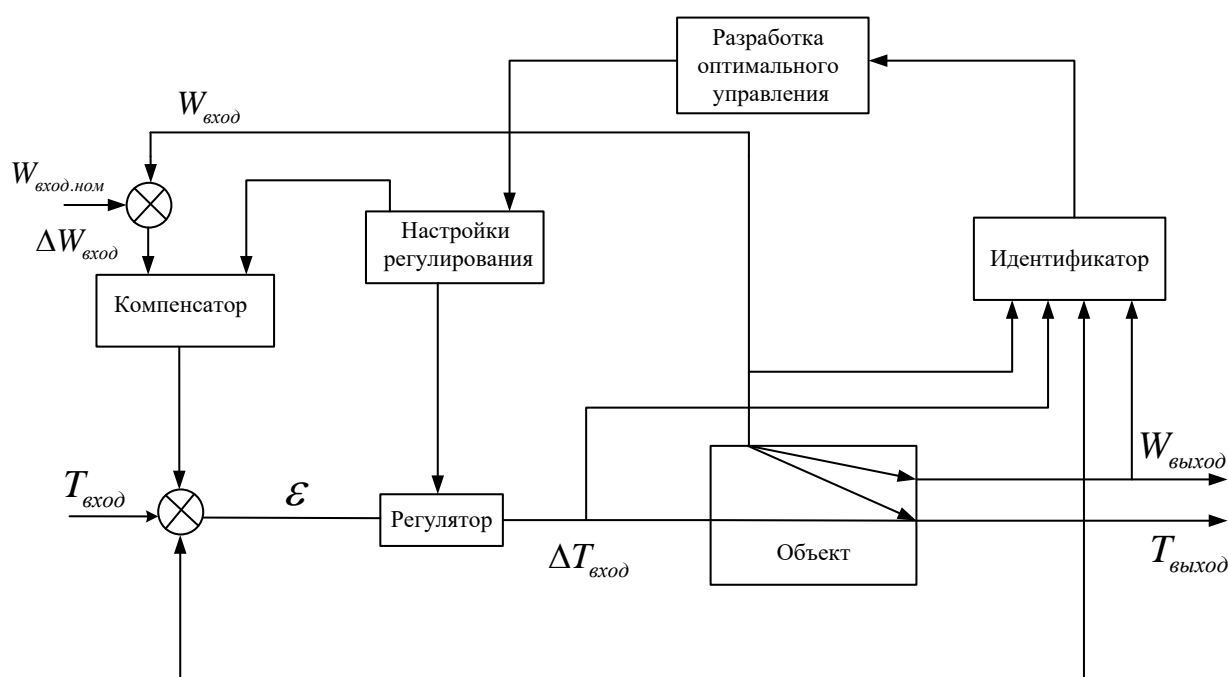


Рис.3. Модель системы автоматического управления процессом сушки минеральных удобрений.

Параметры модели оцениваются рекуррентным методом стохастической аппроксимации на основе измеренных значений входных и выходных величин. Идентификация параметров модели осуществляется в блоке настройки [5].

Параметрами модели являются динамические характеристики объекта ( $T$ ,  $K$ ,  $\tau$ ) и настроечные коэффициенты регулятора ( $K_p$ ,  $T_u$ ,  $T_N$ )

Исследуемый объект - барабанная сушилка-может быть описана в линейной форме в виде разностных уравнений:

$$y_u(K) + a_1 y_u(K-1) + \dots + a_m y_u(K-m) = b_1 u(K-d-1) + \dots + b_m u(K-d-m), \quad (2)$$

где  $d$  и  $m$  задержка;

$$\left. \begin{aligned} u(K) &= U(K) - U_{00} \\ y(K) &= Y(K) - Y_{00} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Здесь  $K$  – количество тактов квантования;  $y(K)$ ,  $u(K)$  — вариации, т. е. отклонения;  $U(K)$ ,  $Y(K)$  – текущие значения;  $U_{00}$ ,  $Y_{00}$  — заданные значения параметров.

Эти линейное дифференциальное уравнение соответствует дискретной функции.

Применяя оператор сдвига во времени  $z$ , задаваемый соотношением  $y(k+i) = z^i y(k)$  к конечно-разностному уравнению (2), получают операторную форму дискретной модели:

$$(a_0 + a_1 z^{-1} + \dots + a_n z^{-n}) y(k) = (b_0 + b_1 z^{-1} + \dots + b_m z^{-m}) u(k) \quad (4)$$

Из (4) при нулевых начальных условиях можно получить дискретную передаточную функцию линейной системы, представляющую отношение  $z$ -изображений сигнала на входе к сигналу на выходе:

$$W(z) = \frac{y(z)}{u(z)} = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + \dots + b_m z^{-m}}{a_0 + a_1 z^{-1} + \dots + a_n z^{-n}}, \quad (5)$$

$$\Theta_j(k) = [a_{1j}(k); a_{2j}(k); a_{3j}(k); b_{1j}(k); b_{2j}(k); b_{3j}(k)]^T.$$

Предлагаемый алгоритм оценки параметров модели:

$$1. y_j(k) \text{ и } u_i(k), j=1,2; \text{ Мера } i=1,3;$$

2. Рассчитать ошибку уравнения  $e_j(k) = y_j(k) - \psi_j^T \Theta_j(k-1)$ , где  $e_j(k)$  - ошибка уравнения;  $y_j(k)$  – новое измерение;  $\psi_j^T \Theta_j(k-1)$  – прогнозируемое значение;

3. Расчет новых значений параметров

$$\Theta_j(k) = \Theta_j(k-1) - \xi_j(k-1) e_j(k), \quad (6)$$

где  $\Theta_j(k)$  - новое значение;  $\Theta_j(k-1)$  - предыдущее значение;  $\xi_j(k-1)$  – вектор коррекции;  $e_j(k)$  – ошибка.

4. Новые векторы данных

$$\psi_j^T(k+1) = [-y_{1j}(k); -y_{2j}(k); -y_{3j}(k); u_1(k-d_{ij}); u_2(k-d_{ij}); u_3(k-d_{ij})], \quad (7)$$

$$P_j(k) \cdot \psi_j^T(k+1) = \begin{bmatrix} P_{11j}(k) & \dots & P_{16j}(k) \\ \vdots & \dots & \vdots \\ P_{61j}(k) & \dots & P_{66j}(k) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} -y_{1j}(k) \\ \vdots \\ -y_{6j}(k) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} i_{1j} \\ \vdots \\ i_{6j} \end{bmatrix} = T. \quad (8)$$

5. Расчет.

Измеримый выход  $y(K)$  имеет аддитивный случайный шум  $n(K)$ . Сигнал шума рассматривается как авторегрессивный процесс со смещающимся средним значением:

$$n(K) + C_1 n(K-1) + \dots + C_p n(K-p) = V(K) + d_r V(K-1) + \dots + d_p V(K-p), \quad (9)$$

где  $V(K)$  — последовательность статистически независимых, случайно распределенных значений нормального распределения.

Передаточная функция шума:

$$G_v(p) = \frac{n(p)}{V(p)} = \frac{D(p^{-1})}{C(p^{-1})} = \frac{1 + d_1 p^{-1} + \dots + d_p p^{-m}}{1 + c_1 p^{-1} + \dots + c_p p^{-m}}. \quad (10)$$

Таким образом, модель объекта, в которой участвует внешний шум:

$$y(p) = \frac{B(p^{-1})}{A(p^{-1})} \cdot p^{-d} \cdot u(p) + \frac{D(p^{-1})}{C(p^{-1})} \cdot V(p). \quad (11)$$

Задача параметрической идентификации состоит в получении оценки параметров модели, то есть коэффициентов полиномов  $A(p^{-1})$  и  $B(p^{-1})$ , а также  $C(p^{-1})$  и  $D(p^{-1})$ .

Рекуррентный метод стохастической аппроксимации предполагает использование выражений.

$$\bar{u} = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta Q_{ex} \\ \Delta W_{ex} \\ \Delta T_{ex} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta Q_{ex} - \Delta Q_{ex0} \\ \Delta W_{ex} - \Delta W_{ex0} \\ \Delta T_{ex} - \Delta T_{ex0} \end{bmatrix}, \quad (12)$$

$$\bar{y} = \begin{bmatrix} \Delta W_{ex} \\ \Delta T_{ex} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta W_{ex} - \Delta W_{ex0} \\ \Delta T_{ex} - \Delta T_{ex0} \end{bmatrix}, \quad (13)$$

$$\Delta W_{ex}(p) = \sum_{i=1}^3 W_{i1} \cdot u_i(p) \quad (14) \quad \Delta T_{ex}(p) = \sum_{i=1}^3 W_{i2} \cdot u_i(p) \quad (15)$$

$$y_1 = \sum_{i=1}^3 y_{i1}, \quad y_2 = \sum_{i=1}^3 y_{i2}. \quad (16) \quad \frac{y_{ij}(p)}{u_i(p)} = W_{ij}(p) = \frac{k_{ij}}{T_{ij}p + 1} \cdot e^{-p\tau_{ij}}. \quad (17)$$

При переходе к формуле, учитывающей время:

$$T_{ij} \frac{dy_{ij}(t)}{dt} + y_{ij}(t) = k_{ij} u_i(t - \tau_{ij}).$$

В момент времени  $t=k$  имеем:

$$\frac{T_{ij}}{\Delta t} (y_{ij}(k) - y_{ij}(k-1)) + y_{ij}(k) = k_{ij} u_i(k - d_{ij} - 1), \quad (18)$$

Здесь:  $d_{ij} = \frac{\tau_{ij}}{\Delta t}.$

Обратимся к следующим выражениям:

$$y_{ij}(k) + a_{ij} \cdot y_{ij}(k-1) = b_{ij} \cdot u_i(k - d_{ij} - 1) \quad (19)$$

$$y_{ij}(k) \cdot (T + \Delta t) - T_{ij} \cdot y_{ij}(k-1) = k_{ij} \cdot \Delta t \cdot u_i(k - d_{ij} - 1) \quad (20)$$

$$y_{ij}(k) - \frac{T_{ij}}{T_{ij} + \Delta t} \cdot y_{ij}(k-1) = \frac{\Delta t}{T_{ij} + \Delta t} \cdot k_{ij} \cdot u_i(k - d_{ij} - 1) \quad (21)$$

Из этого следует:

$$a_{ij} = -\frac{T_{ij}}{T_{ij} + \Delta t}, \quad b_{ij} = \frac{\Delta t + k_{ij}}{T_{ij} + \Delta t}.$$

Запишем модель для создания алгоритма идентификации в следующем виде:

$$y_{ij}(k) = \psi_j^T \cdot \Theta_j(k) + e_j(k), \quad (22)$$

Здесь:

$$\psi_j^T = [-y_{1j}(k-1); -y_{2j}(k-1); -y_{3j}(k-1); u_1(k-d_{1j}-1); u_2(k-d_{2j}-1); u_3(k-d_{3j}-1)].$$

$$6. \psi_1^T(k+1) \cdot P_j(k) \cdot \psi_1(k+1) = J. \quad (23)$$

7. Вектор коррекции:

$$\xi_i(k) = \frac{1}{J + \lambda_j} \cdot \begin{bmatrix} i_{1j} \\ i_{6j} \end{bmatrix} \quad (24)$$

8. Начальные условия:

$$\Theta_j(0) = \begin{bmatrix} 0 \\ \cdot \\ 0 \end{bmatrix}, \quad P_j(0) = \begin{bmatrix} \alpha \dots 0 \\ \cdot \\ 0 \dots \alpha \end{bmatrix}, \quad (25)$$

где  $\alpha$  – произвольное достаточно большое число.

9. После определения параметров  $\Theta_j(k)$  оцениваются параметры  $k_{ij}$  и  $T_{ij}$ :

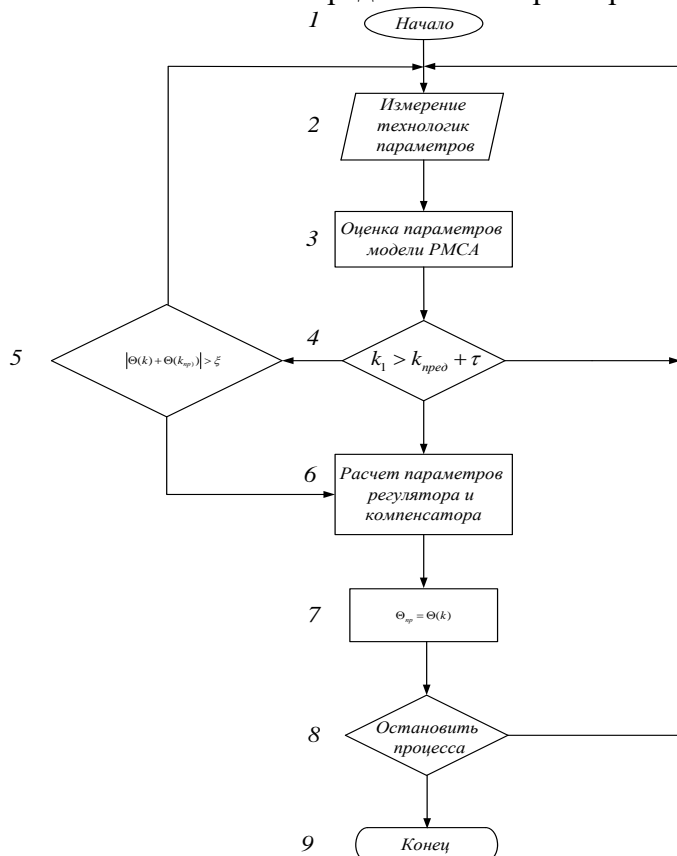
$$T_{ij} = \frac{\Delta t \cdot a_{ij}}{1 + a_{ij}}, \quad k_{ij} = \frac{b_{ij}}{\Delta t} \cdot (T_{ij} + \Delta t) \quad (26)$$

10. Определение номинального режима объекта.

Эти параметры определяются, исходя из теплового и материального балансов сушильного барабана [6-8]. Сравнивая уравнения теплового баланса, получаем следующее уравнение:

$$T_{вых} = 273 - \frac{33}{0.163 + \sqrt{10 \ln \left[ \frac{W_{вых}}{10 \cdot Q_{стр} (W_{вх} - W_{вых})} \right]}} \quad (27)$$

Предлагаем алгоритм работы блока настройки



Блок 1. Начало алгоритма блока настройки.

Блок 2. Измерение технологических параметров процесса.

Блок 3. Оценка параметров модели рекуррентным методом стохастической аппроксимации.

Блок 4. Сравнение времени последнего пересчета. Если он равен  $k_1 > k_{пред} + \tau$ , то переход к блоку 5, иначе — переход к блоку 2.

Блок 5. Сравнение оценок значений параметров модели с предыдущими;

$|\Theta(k) + \Theta(k_{пр})| > \xi$  Если да, переход к блоку 6, если нет, то переход к блоку 2.

Блок 6. Расчет параметров регулятора и компенсатора.

7-блок. Запоминание значений параметров модели, участвующих в расчете предыдущего блока  $\Theta_{пред} = \Theta(k)$ .

Блок 8. Остановить процесс, если да, перейти к блоку 9, если нет, продолжить процесс переходом к блоку 2.

Блок 9. Конец работы блока настройки регулятора и компенсатора.

**Заключение.** Наилучшими схемами автоматической регулировки при сушке минеральных (калийных) удобрений являются возможность автоматического измерения количества влаги в высушиваемом материале на выходе из установки сушки. В этом случае регулировка осуществляется в соответствии с количеством влаги на выходе материала, что обеспечивает его стабильность на заданном уровне.

Именно поэтому в большинстве случаев не удастся получить информацию о значении количества влаги на выходе материала, поскольку отсутствуют влагомеры для текущего измерения влажности в потоке материала. Материал подлежит применению непрямого метода сушки с учетом содержания влаги на основе различных параметров: температуры и функционального сцепления с относительной влажностью участка сушки. Поскольку температура и относительная влажность взаимосвязаны, целесообразно использовать системы автоматической регулировки температуры воздуха, заданное значение которых изменяется в зависимости от его относительной влажности.

#### Литература:

1. N.R.Yusupbekov, H.Z.Igamberdiev, U.F.Mamirov . “Adaptive control system with a multilayer neural network under parametric uncertainty condition” Международная конференция по интеллектуальным и нечетким системам INFUS 2020 : Интеллектуальные и нечеткие методы: умные и инновационные решения CEUR Workshop Proceedings, 2020, 2782, стр. 228–2
2. Авдонин В.С. Научные основы применения удобрений, Изд-во, “Колос”, Москва-1972
3. Алексанян И.Ю., Титова Л.М., Нугманов А.Х.-Х. Моделирование процесса сушки дисперсного материала в кипящем слое// Техника и технология пищевых производств. – 2014.– №3. – С. 96–102.
4. Овчинников Л.Н. Моделирование процесса сушки минеральных удобрений во взвешенном слое// Химия и химическая технология. – 2009. – Т. 52, вып. 7. – С. 122–124.
5. Каганович Ю.Я. Промышленное обезвоживание в кипящем слое. – М.: Химия, 1990. – 144 с.
6. Прикладной статистический анализ: учеб. пособие для вузов / Алексахин С.В, Балдин А.В, Николаев А.Б, Строганов В.Ю. – М.: При-ор, 2001. – 221 с.
7. Юсупбеков Н.Г., Мухамедов Б.И, Рабов Ш.М. / Эксперт по надзору за соблюдением правил и автоматизация / / семейная Техника - это право ученика в качестве преподавателя. - Ташкент, ” Вайкитувчи”, 2011.
8. Липкин М.С., Липкин В.М. /Математическое моделирование химико-технологических процессов// Южно-Российский государственный политехнический университет имени М.И. Платова.– Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2016. - 68 с.

*Юсупбеков Нодирбек Рустамбекович – доктор технических наук, профессор Ташкентский государственный технический университет. Тел: +998-90-185-80-91*

*Беккулов Джахонгир Шербоевич – ассистент Каршинский инженерно-экономический институт. Тел: +99899 081-09-55 E-mail: jbekqulov@mail.ru*