



## BUG' TURBINALARINING PAST BOSIMLI SILINDRI SAMARADORLIGINI OSHIRADIGAN OPTIMAL BOSHQARUV ALGORITMLARINI ISHLAB CHIQISH

Sattarov O.U.- Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universitati, PhD., dotsent v.b. Email:olim81@bk.ru, Bobomuradov S.- Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universitati magistranti.

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada elektr energiyasi ishlab chiqarish jarayonini S7 1200 kontrolleri yordamida jarayonni boshqarish amalga oshirilgan. Tizimning funksionalligi, texnik tavsiflari, apparat va dasturiy ta'minotning tuzilishi va maqsadi tavsiflanadi. Natija inson omilining ta'sirini kamaytirish va ishlab chiqarishda xavfsizlikni oshirishga qaratilgan, hamda, tizimning yuqori ishonchliligini ta'minlashni nazarda tutadi. Texnologik jarayonlarning murakkablashuvi va jadallahushi tufayli zamonaviy ishlab chiqarish jarayonlarini boshqarish ularni kontrollerlar va boshqaruvchi hisoblash texnikasini qo'llab keng avtomatlashtirish asosidagina samarali bo'lismiga erishiladi.

**Kalit so'zlar:** Bug' turbinasi, Controller, signallarni qabul qilish va uzatish, kondensator, tezlikni nazorat qilish, PGU-478.

**Abstract:** In this article, the process control of the electricity generation process using the S7 1200 controller is implemented. The functionality, technical specifications, structure and purpose of the hardware and software are described. The result is aimed at reducing the impact of the human factor and increasing safety in production, as well as ensuring high reliability of the system. Due to the complexity and acceleration of technological processes, the management of modern production processes becomes effective only on the basis of extensive automation using controllers and management computing techniques.

**Key words:** Steam turbine, Controller, reception and transmission of signals, condenser, speed control, PGU-478.

**Аннотация:** В данной статье реализовано технологическое управление процессом выработки электроэнергии с помощью контроллера S7 1200. Описаны функциональные возможности, технические характеристики, структура и назначение аппаратно-программных средств. Результат направлен на снижение влияния человеческого фактора и повышение безопасности производства, а также обеспечение высокой надежности системы. В связи с усложнением и ускорением технологических процессов управление современными производственными процессами становится эффективным только на основе широкой автоматизации с использованием контроллеров и управлеченских вычислительных средств.

**Ключевые слова:** паровая турбина, контроллер, прием и передача сигналов, конденсатор, регулирование скорости, ПГУ-478.

Hozirgi kunda elektr energiyasiga bo'lgan talab kundan kunga o'sib bormoqda. Sanoat korxonalarida, qishloq xo'jaligida, insonlar turmush tarzida har bir sohada asosiy mahsulot sifatida qaraladi. Hozirda elektr energiya ishlab chiqarishda zamonaviy bug'-gaz qurilmalari, shamol elektr stansiyalari, quyosh elektr stansiyalari va ko'mir bilan ishlaydigan stansiyalardan foydalanimoqda. Ushbu elektr stansiyalari ichida samaradorligi bu bug'-gaz elektr stansiyalari hisoblanadi, chunki quyosh va shamol elektr stansiyalari doimiy stabil ravishda elektr energiyasi bilan ta'minlab berolmaydi, ularga doimiy quyosh yoki shamol bo'lishi kerak, ko'mir stansiyalar esa atrof muhitga juda katta zarar yetkazadi [1]. Hozirgi zamonaviy bug'-gaz qurilmalari iqtisodiy va ekalogik jihatdan samarali hisoblanadi. Xususan Navoiy viloyatida 2012 yilda qurilgan zamonaviy bug'-gaz qurilmasi PGU-478 stansiyasini misol qilishimiz mumkin ushu stansiyani eski issiqlik stansiyalari bilan solishtiradigan bo'lsak PGU-478 stansiyasida 1 kWsoat energiya olish uchun 200 gr udelni gaz sarflansa eski issiqlik stansiyasida 1 kWsoat elektr energiya olish uchun 400 gr udelni gaz sarflanadi. PGU-478 stansiyasi to'liq avtomatlashtirilgan bo'lib, bunda SIMATIC S7-1200, MITSUBISHI kontrollerlaridan foydalanimgan, stansiyada bug' va gaz turbinalari kombinatsiyalashgan siklda ishlaydi. Gaz turbinasidan olingan issiqlik energiyasi qozon qurilmasi orgali suvni qizdirib bug' turbinasiga yuboriladi bug' turbinasida issiqlik energiyasi elektr energiyasiga aylantiriladi[2].

Bug' turbinasi 3ta silindr dan tashkil topgan:

- yuqori bosimli silindr,
- o'rta bosimli silindr,
- past bosimli silindr,

Yuqoridagi ekranda asosiy bug' tizimi ko`rsatilgan va bug' turbinasida bug'ning kirish va chiqish liniyalari, o`lchash vositalarining joylashuvlari va ijro qurilmalari ko`rsatilgan. Yuqori bosimli silindr dan chiqqan bug' deerator va sanoat bug' liniyasiga olinadi. Undan tashqari qozon-utilizatorda qayta qizdirilib, o'rta bosim silindriga beriladi. O'rta bosim silindridan chiqqan bug' to'g'ri past bosim silindriga beriladi. Bu liniyadan issiq suv boylerlari uchun ham tarmoq chiqarilgan. Bug' tarmoqlarida o`rnatilgan ijro qurilmalari moy asosida ishlaydigan rostlash

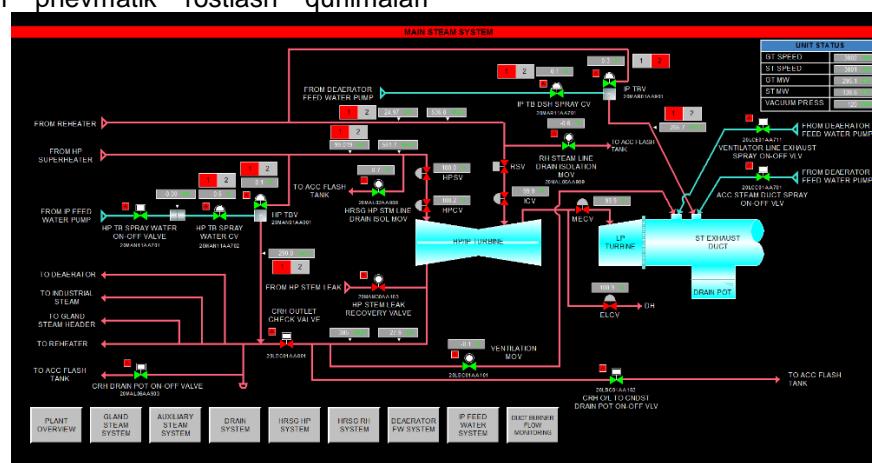
### Kirish



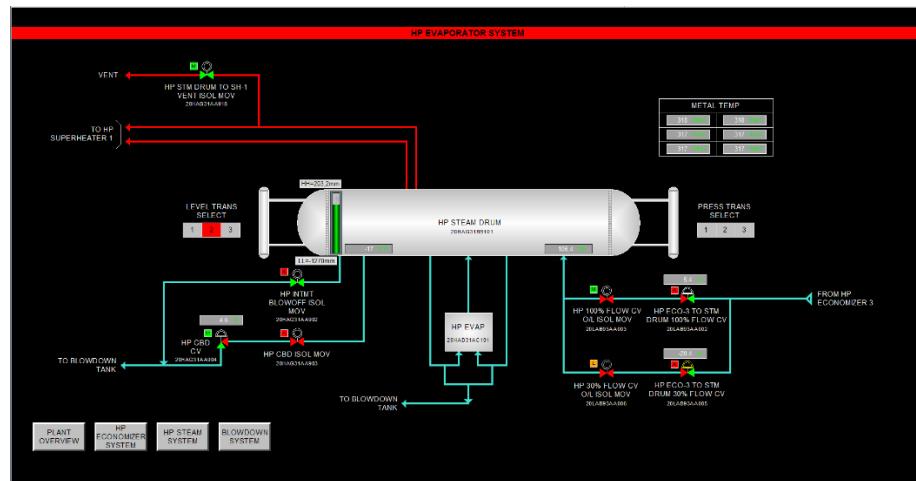


qurilmalari bo`ladi. Chunki bug` bosimi yuqori bo`lganligi uchun pnevmatik rostlash qurilmalari

ishlatilmaydi[3].



1-rasm. SIMATIC S7 dasturida Bug' turbinasi bug' kirish chiqish yo'llari.



2-rasm. SIMATIC S7 dasturida Bug' barabani suvni qizdirish jarayoni

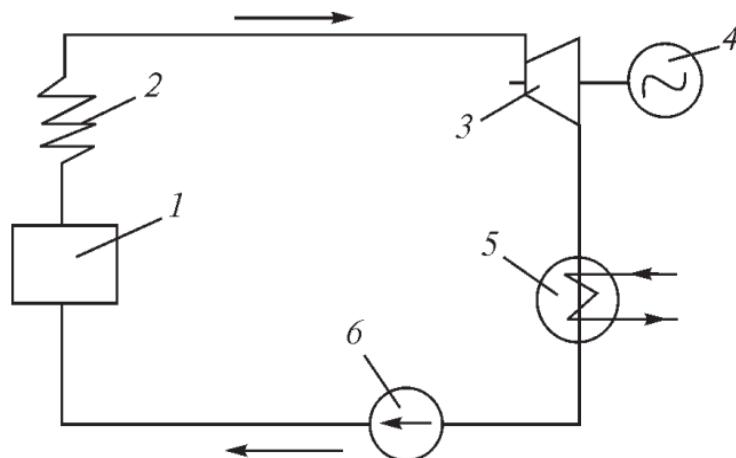
Ushbu dastur oynasida qozon utilizatorning yuqori bosimli barabani aks ettirilgan[4]. Bug' ishlab chiqarish jarayonida 3 ta bug' barabanidan va qozon utilizatorinining 10 ta paketidan foydalaniadi. Kondensator va suvni kimyoviy tozalash sexi bakni suv bilan ta'minlab turadi. Qozon utilizatorining ECONOMIZER paketiga quyiladi. Qozon utilizatorida 3 ta ECONOMIZER paket joylashgan. Bu paketlarning vazifasi bakdan kelayotgan dastlabki suvni  $100^{\circ}\text{C}$  gacha isitib berish [5,6]. Paketlarda isitilgan suv bug' barabanlariga yuboriladi. Bug' barabanlarida suvni sathini, bosimini, haroratini va sarfini nazorat qilish uchun datchiklar qoyilgan. Datchiklarning ko'satkichlari DCS sistemasiga katta oynalarda aks etib turadi. Bug' barabanidan suv EVOPARATORga quyiladi. EVOPARATORda issiq havo oqimi bilan suv  $300^{\circ}\text{C}$  gacha qizdirilib hosil bo'lgan bug' qayta barabanga yuboriladi. Barabanda ham suv ham bug' hosil bo'ladi. REHATER 1 ga 2-barabandan bug' keladi va REHATER1 bug'ni  $300^{\circ}\text{C}$  dan  $600^{\circ}\text{C}$  gacha qizdirib REHATER 2 ga beradi. REHATER2 dan

chiqgan bug' turbinaning IP o'rta slindiriga yuboriladi. Shu yerda REHATERlardagi bosim 15 barni tashkil etadi. IP dan chiqgan bug' – SUPERHATER 1 paketiga quyiladi [7]. SUPERHATER1 orqali SUPERHATER 2 ga bug' oqimi qizdirilib o'tib, SPH2 dan chiqgan bug' – turbinaning HP yuqori slindiriga oqib o'tadi. HP dan chiqgan bug' qayta istilish uchun REHATER1 ga yuboriladi. IP dan chiqgan bug' ham o'z navbatida turbinaning LP pastki slindiriga yuboriladi. LP dan chiqgan sovugan kondensat – kondensatorga yuboriladi[8].

Bug' qozon 1 da o'zgarmas bosim ostida ( $p=\text{const}$ ) temperaturasi  $t_1$  to'yingan bug' hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan bug' – bug' qizdirigich 2 ga o'tadi va u yerda o'zgarmas bosim ostida temperaturasi oshadi, ya'ni bug' belgilangan temperaturagacha qizdiriladi. O'ta qizigan bug' turbinaga yo'naltiriladi, u yerda adiabatik kengayib ish bajariladi. Mexanik ish elektr generator valiga uzatiladi, ishlab bo'lgan bug' esa turbinadan kondensatorga o'tib kondensatsiyalanadi. Turbinadan chiqqan bug'ning parametrлari  $x=0.86$ ,  $t_2=27-35^{\circ}\text{C}$ ,  $p_2=0.03-0.05 \text{ at}$ .

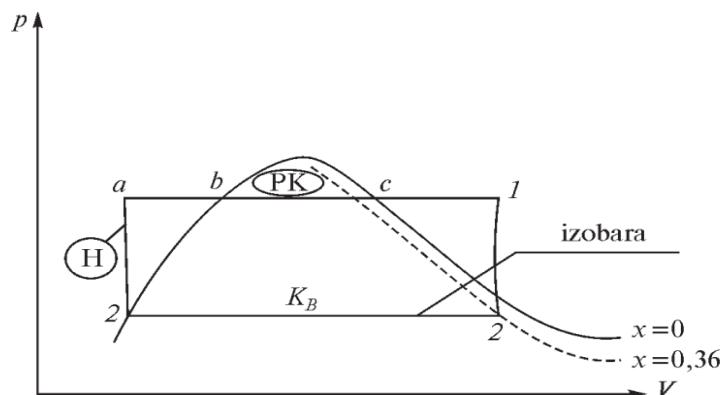


So'ngra ta'minlash nasosi 6 yordamida bosimini berilgan qiyamatgacha oshirib, keying siki uchun qozonga uzatib beradi [9,10]. Kondensatordagi jarayon izobarik-izotermik jarayon hisoblanadi.



3-rasm. Bug' turbina qurilmasining elementar sxemasi

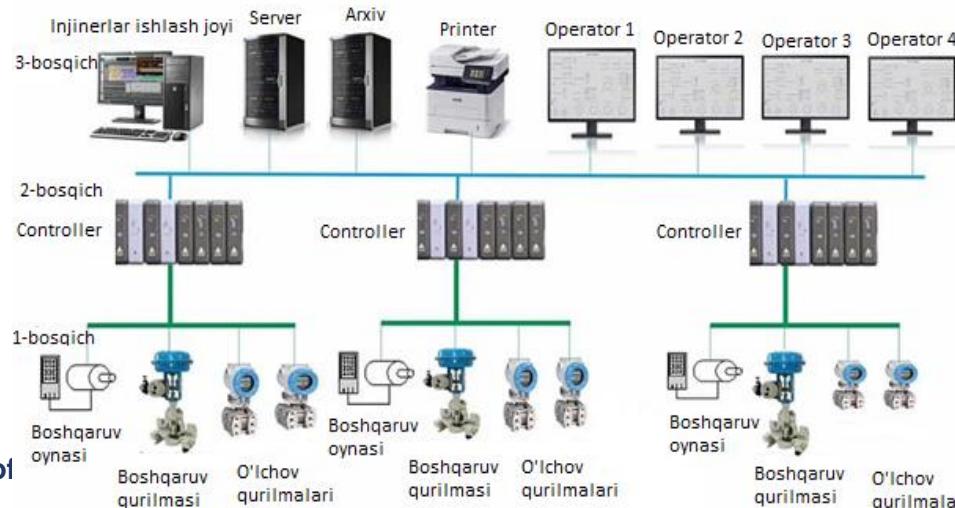
1 – bug' qozoni, 2 – bug' qizdirgich, 3 – bug' turbinasi, 4 – elektr generatori, 5 – kondensator, 6 – nasos.



4-rasm. Renkin siklining pV diagrammasi

Renkin sikli PV-diagrammasi rasmida berilgan [11]. Bu diagrammada a-b izobarik jarayon bo'lib, kondensatni bug' qozonida qaynash temperaturasigacha isitish jarayoni; b-c izotermik jarayon bo'lib, bug' qozonida quruq bug' hosil qilish jarayoni; c nuqtada  $x=1$  bo'ladi; c-1 bug'ning bug' qizdirgichda izobarik o'ta qizish jarayoni; 1-2 bug'ning bug' trubinasida adiabatik kengayish jarayoni; 2-2 kondensatord a bug'ning kondensatsiy

alanish jarayoni ( $p=\text{const}$ ,  $t=\text{const}$ ) 2-nuqtada  $x=0$  bo'ladi, 2-adiabatik jarayon, ya'ni suvni nasos yordamida bug' qozoniga haydash jarayoni [12].





### 5-rasm. Elektr energiyasini ishlab chiqarish jarayonining avtomatlashtirilgan boshqarish arxitekturasi

Kontroller 2 lik ko'rinishidagi signallar ustida ichiga yozilgan logika bo'yicha amallar bajaradi

#### BUG' TURBINASINI MODELLASHTIRISH

gidravlik turbina, bug' turbina va boshqalar bo'lishi mumkin. Quyidagi rasmida ko'rsatilgan yagona qayta isitiladigan kombinatsiyalashgan bug' turbinasi modelidan foydalanish mumkin[13].

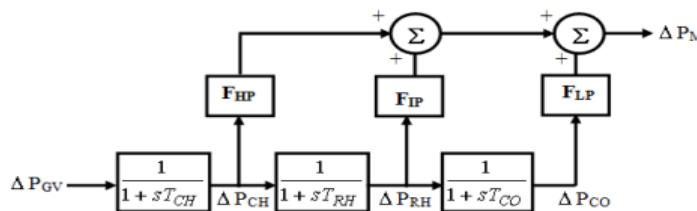
-Modul-datchikdan kelayotgan signalni qabul qilib kontroller tushunadigan tilga o'zgartirib beradi

-Barier-signallarni filtrab beruvchi qurilma

Har xil turdag'i turbinalar har xil xususiyatlarga ega.

Mexanik energiyaning bu manbai

Turbina modeli mexanik quvvat  $\Delta P_M$  dagi o'zgarishlarni bug' klapanining  $\Delta P_{GV}$  holatidagi o'zgarishlar bilan bog'liqdir.



6-rasm. Tandem-birlikli bug' turbinasi modeli

Demak, uzatish funksiyasi

$$\frac{\Delta P_M(s)}{\Delta P_{GV}(s)} = \left[ \frac{F_{LP}}{T_{CH}T_{RH}T_{CO}s^3 + (T_{CH}T_{RH} + (T_{CH} + T_{RH})T_{CO})s^2 + (T_{CH} + T_{RH} + T_{CO})s + 1} + \right. \\ \left. + \frac{F_{HP}}{T_{CH}s + 1} + \frac{F_{IP}}{T_{CH}T_{RH}s^2 + (T_{CH} + T_{RH})s + 1} \right]$$

Vektor-matritsa shaklida turbinani modelini quyidagicha ko'rish mumkin

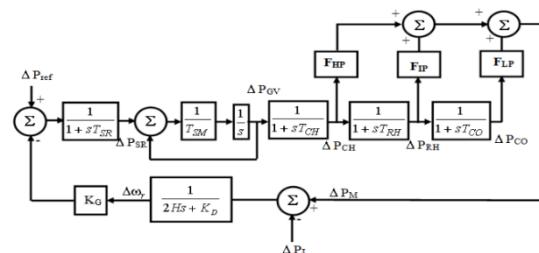
zarur bo'lgan tafsilotlar darajasini, ya'ni qozon va kondensator o'rtasidagi kengaytirish qismlarini aniqlashdir. Birinchidan, qozon, kondensator, klapn, generator va turbina boshqaruvchisini modellashtirish uchun umumiyligi funksiya ishlab chiqilgan. Ikkinchidan, termodinamik qismlarning har xil modellari ishlab chiqilgan va bitta funksiya qilingan. Shu sabab turli termodinamik modellarning ta'sirini alohida o'rganish mumkin[15].

Energiya tizimini tadqiq qilishda tezlikni boshqarish mexanizmidagi nochiziqlliklar odatda e'tiborga olinmaydi. Vektor-matritsa shaklida tezlikni boshqarish tizimi quyidagicha berilishi mumkin:

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} \Delta P_{GV} \\ \Delta P_{SR} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{T_{SM}} & \frac{1}{T_{SM}} \\ 0 & -\frac{1}{T_{SR}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta P_{GV} \\ \Delta P_{SR} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ \frac{1}{T_{SR}} & -\frac{K_G}{T_{SR}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta P_{ref} \\ \Delta w_r \end{bmatrix}$$

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} \Delta P_{CH} \\ \Delta P_{RH} \\ \Delta P_{CO} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{T_{CH}} & 0 & 0 \\ \frac{1}{T_{RH}} & -\frac{1}{T_{RH}} & 0 \\ 0 & \frac{1}{T_{CO}} & -\frac{1}{T_{CO}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta P_{CH} \\ \Delta P_{RH} \\ \Delta P_{CO} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{T_{CH}} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} [\Delta P_{GV}]$$

Bug' generatorining chiqishidagi, shuningdek kondensator ichidagi bug'ning termodinamik holati tarmoq chastotasi bilan birga tashqi ularishni tasvirlaydi[14]. Keyingi tekshiruvning maqsadi turbinaning termodinamik qismining modeli uchun



7-rasm. Bug' turbinasining modeli



Oldingi hosilalarga qarab, bug' turbinasi uchun to'liq model quyida 7-rasmda keltirilgan.

**Xulosa:** Maqlada biz elektr energiya ishlab chiqarish uchun asosiy parametrlarni, bug' turbinasini uning ishlash rejmini ko'rib chiqdik va uning modeli hamda uzatish funksiyalarini tuzdik. Bug' turbinasining samaradorligini oshirish uchun bizga asosiy parametrlar bo'lib T-bug' harorati, P-bug' bosimi, kondensatordagi vacuum hamda bug' sarfini nazorat qiladigan ijoro mehanizmlari (HP, IP, LP, valves) va kontrollerlar hisoblanadi. Zamonaviy S7-1200 kontrollerlardan foydalanish orqali biz S7-300 va S7-400 kontrollerlariga qaraganda ko'proq parametrlarni nazorat qilamiz hamda

ijoro mehanizmlariga uzatiladigan va boshqaruvchi hisoblash texnikasiga qabul qiladigan signallar sifati oshadi. Bu orqali biz avtomatik sistemalarning ishonchligiga, qurulmalarning avariyalarsiz ishlashiga hamda insonlar bilan baxtsiz hodisalarning kamayishiga va kam yoqilg'i sarfilab ko'proq elektr energiyasi olishga erishamiz. Bundan ko'rinish turibdiki bug' turbinalariga zamonaviy avtomatika vositalarini qo'llash orqali biz nafaqat samaradorlikni insonlar havfsizligini va qurulmalar ishonchli optimal ishlash rejmiga erishamiz.

#### Foydalilanilgan adabiyotlar:

- [1]. Максимов Максим Олегович "Повышение эффективности комбинированного производства тепла и электроэнергии" Научный журнал "GLOBUS": Технические науки 2021
- [2]. Канд. техн. наук КАЩЕЕВ В. П., инженеры ВОРОНОВ Е. О., АКУЛЬШИН В. В. "Повышение эффективности работы конденсатора" 2018
- [3]. "Инструкция по эксплуатации и техническому обслуживанию паротурбинной установки" 2012
- [4]. Переменный режим работы паровых турбин / Самойлович Г.С., Трояновский Б.М. М.: Государственное 2015
- [5]. Теплофикационные паровые турбины: повышение экономичности и надёжности / Симою Л.Л., Эфрос Е.И., Гуторов В.Ф., Лагун В.П. СПб.:Энерготех, 2001.
- [6]. Сахаров А.М. Тепловые испытания паровых турбин. – М. :Энергоатомиздат, 2010.
- [7]. Katsuhiko Ogata: System Dynamics; Prentice Hall International, Inc. Third Edition 2018.
- [8]. Katsuhiko Ogata: Modern Control Engineering; Prentice Hall International, Inc. Fourth Edition 2002.
- [9]. IEEE Committee," Dynamics Models for Steam and Hydro Turbines in Power System Studies,, IEEE Trans. PAS., pp1904-1915, December 2013
- [10]. Bok Eng Law: Simulation of the Transient Response of Synchronous Machines, The University of Queensland, October 2001
- [11]. Клер А.М., Деканова Н.П., Скрипкин С.К. и др. Математическое моделирование и оптимизация в задачах оперативного управления тепловыми электростанциями. - Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 2017.
- [12]. Максимов А.С. Модернизация СМПП и решение с ее помощью задач адаптации математических моделей теплофикационных турбин // Тр. Молодых ученых ИСЭМ СО РАН, Вып. 34: Научно-техн. прогресс в энергетике. - Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2004
- [13]. Клер А.М., Деканова Н.П., Михеев А.В. Численные методы диагностики оборудования ТЭС // Теплофизика и аэромеханика. - 2000.
- [14]. В. Б. Яковлева "Адаптивные системы автоматического управления" 1984 г
- [15]. Александров А.Г. "Оптимальные и адаптивные системы" 1989 г.