

УДК: 621.311.

Канюк Геннадий Иванович д-р техн. наук, проф., декан факультета энергетических технологий и автоматизации энергетических процессов, Тел. + 38-057-733-79-14 E-mail gennadiyy-kanjuk@rambler.ru (orcid.org/ORCID: 0000-0003-1399-9039)

Украинская инженерно-педагогическая академия г. Харьков, Украина. Ул. Университетская 16, г. Харьков, Украина, 61003.

Бабенко Игорь Анатольевич, директор Змиевской тепловой электрической станции публичного акционерного общества «Центрэнерго», 63460, Харьковская обл., Змиевской р-н, пгт. Комсомольское, Украина, Балаклейское шоссе, 2 Тел. 0504021367 E-mail: director@zmtes.kh.energy.gov.ua ORCID (<http://orcid.org/0000-0001-6640-070X>)

Козлова Марина Леонидовна аспирант кафедры «Теплоэнергетика и энергосберегающие технологии», Тел. (050) 84-77-418, (093) 408-28-07 E-mail: oceanpr@ukr.net

Сук Ирина Валентиновна аспирант кафедры «Теплоэнергетика и энергосберегающие технологии», Тел. + 38-057-733-79-14 E-mail: oceanpr@ukr.net

Мезеря Андрей Юрьевич кандидат технических наук, доцент кафедры «Теплоэнергетика и энергосберегающих технологий», Тел. : (057) 733-79-66 E-mail: mezzera@mail.ru ORCID (orcid.org/ORCID: 0000-0003-2946-9593)

Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков, Украина. Ул. Университетская, 16, г. Харьков, Украина, 61003

ОБ ОБЩИХ НАУЧНЫХ ПОДХОДАХ К СОЗДАНИЮ УНИФИЦИРОВАННЫХ ПРЕЦИЗИОННЫХ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ АСУ ТП

В статье разработаны иерархическая структура базовых понятий и определений АСУ ТП, универсальная функциональная схема процесса создания прецизионных энергосберегающих АСУ ТП. Проведена систематизация и классификация общих структур АСУ ТП и их элементной базы с выделением базового сегмента прецизионных энергосберегающих АСУ.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, прецизионные, автоматика, система автоматического регулирования, энергосбережение.

Канюк Геннадій Іванович д-р техн. наук, проф., декан факультету

Українська інженерно-педагогічна академія м. Харків, Україна. Вул. Університетська 16, м. Харків, Україна, 61003. Тел. +38-057-733-79-14 E-mail gennadiyy-kanjuk@rambler.ru (orcid.org/ORCID: 0000-0003-1399-9039)

Бабенко Ігор Анатолійович директор Зміївської теплової електричної станції Публічного акціонерного товариства «центрэнерго», 63460, Харківська обл., Зміївський р-н, смт. Комсомольське, Україна, Балаклійське шосе, 2 Тел.)050)40-21-367 E-mail: director@zmtes.kh.energy.gov.ua ORCID: (<http://orcid.org/0000-0001-6640-070X>)

Козлова Марина Леонідівна аспірант кафедри «Теплоенергетика та енергозберігаючі технології» Тел. (050) 84-77-418, (093) 408-28-07 E-mail: oceanpr@ukr.net

Сук Ірина Валентинівна аспірант кафедри «Теплоенергетика та енергозберігаючі технології» Тел. +38-057-733-79-14 E-mail: oceanpr@ukr.net

Мезеря Андрій Юрійович канд. техн. наук, доцент кафедри електроенергетики Тел.: (057)733-79-66 E-mail: mezzera@mail.ru ORCID: (orcid.org/ORCID: 0000-0003-2946-9593)

Українська інженерно-педагогічна академія, м. Харків, Україна, Вул. Університетська, 16, м. Харків, Україна, 61003

ПРО ЗАГАЛЬНІ НАУКОВІ ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ УНІФІКОВАНИХ ПРЕЦИЗІЙНИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ АСУ ТП

У статті розроблені ієрархічна структура базових понять і визначень АСУ ТП, універсальна функціональна схема процесу створення прецизійних енергозберігаючих АСУ ТП. Проведено систематизацію та класифікацію загальних структур АСУ ТП і їх елементної бази з виділенням базового сегмента прецизійних енергозберігаючих АСУ.

Ключові слова: автоматизована система управління, прецизійні, автоматика, система автоматичного регулювання, енергозбереження.

Kaniuk Gennady Ivanovich, Ph. D., Professor, Dean of Faculty of energy saving technologies and automation of energy processes, Tel.: (057) 733-79-14, E-mail gennadiyy-kanjuk@rambler.ru (orcid.org/ORCID: 0000-0003-1399-9039)

Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy, Kharkov, Ukraine. Str. University, 16, Kharkov, Ukraine, 61003

Babenko Igor Anatolevich, Director Zmiyiv thermal power stations of JSC "Centrenergo", 63460, Kharkov region. Zmiyivskiy district, town. Komsomolsk, Ukraine, Balakliysky highway, 2 Contact tel.:0504021367 E-mail: director@zmtes.kh.energy.gov.ua ORCID: (<http://orcid.org/0000-0001-6640-070X>)

Kozlova Marina Leonidovna, graduate student of "power system and energy-saving technologies", Contact tel.: (050) 84-77-418, (093) 408-28-07 E-mail: okeanpr@ukr.net

Suk Irina Valentinovna, graduate student of "power system and energy-saving technologies", Contact tel.: +38-057-733-79-14 E-mail: okeanpr@ukr.net

Mezerya Andrey Jurevich, Ph.D., Associate Professor, Department of electricity, E-mail: mezzzer@mail.ru ORCID (orcid.org/0000-0003-2946-9593)

Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy, Kharkov, Ukraine. Str. University, 16, Kharkov, Ukraine, 61003

EXPERIMENTAL STUDY TO EFFICIENCY AUTOMATED ENERGYSAVE MANAGEMENT CIRCULATION PUMP OF POWER STATION

In article is organized analysis and data processing the experimental study circulation pump to heat power station. Possible economic effect is Shown when use algorithm energysave management circulation pump and is determined law of such management.

Keywords: *circulation pump, energysave, automated managerial system.*

Введение

Актуальность. Одной из основных глобальных проблем современной экономики, науки и техники является проблема энерго- и ресурсосбережения. Кардинальные решения этой проблемы связаны с созданием и внедрением новых энергоэффективных технологий и технологических систем во всех, без исключения, отраслях техники: топливно-энергетическом комплексе, машиностроении, металлургии, химической и пищевой промышленности. Основу энергоэффективных технологий составляют прецизионные автоматизированные системы управления технологическими процессами, способные с максимальной скоростью и точностью выполнять заданные, порой достаточно сложные, последовательности технологических операций при минимальных затратах энергии на выполнение этих операций. В связи с важностью и актуальностью проблемы, разработкам и исследованиям таких систем посвящено значительное количество работ ряда научных школ и коллективов, как на Украине, так и в ближайшем зарубежье. Но, несмотря на большое количество разноплановых, интересных и полезных работ в этой области, все они посвящены решению отдельных, частных научно-технических задач в той или иной конкретной области. При этом отсутствуют автоматизированная научная и нормативная база и унифицированные технические решения для создания энергосберегающих прецизионных автоматизированных систем управления технологическими процессами, что затрудняет и замедляет процессы и их разработки и внедрения. Разработка такой научной и нормативной базы является актуальной научно-технической задачей в области стандартизации и унификации методов создания соответствующего класса АСУ ТП.

Цель работы – разработка научно-технических методов и *нормативного обеспечения* для создания энергосберегающих прецизионных автоматизированных систем управления технологическими процессами.

Задачи исследования:

1. Проанализировать существующую научно-техническую и нормативную базу по прецизионным энергосберегающим АСУ ТП, определить основные направления их исследований, унификации, агрегатирования и типизации.

2. Выполнить систематизацию и классификацию прецизионных энергосберегающих АСУ ТП по основным видам и группам существенных признаков, разработать типовой унифицированный перечень технических требований к ним.

3. Разработать типовые обобщенные математические модели физических процессов, используемых в технологических системах, сформулировать универсальные типовые функции энергетических потерь.

4. Выполнить теоретические и экспериментальные исследования основных типов прецизионных энергосберегающих АСУ ТП, определить их основные характеристики и

показатели качества управления, выполнить сравнительный анализ эффективности и определить преимущественные области использования.

5. Разработать обобщенные унифицированные методы структурно-параметрического синтеза и оптимизации прецизионных энергосберегающих АСУ ТП, обеспечивающие заданные показатели качества процессов управления.

6. Выполнить агрегатирование прецизионных энергосберегающих АСУ ТП на основе использования типовых унифицированных структурных элементов.

7. Разработать проекты нормативных методик и технических условий на создание АСУ ТП.

Объект исследования – процессы обеспечения качества и энергоэффективности АСУ ТП.

Предмет исследования – методы оптимизации, унификации, типизации и агрегатирования АСУ ТП.

Методы исследования

Теоретические и экспериментальные. Теоретические методы основаны на положениях современной теории стандартизации (методы унификации, типизации, агрегатирования), фундаментальных методах системного анализа, технической кибернетики, теории автоматического управления, математических методах оптимизации. Экспериментальные исследования основаны на использовании современных методов измерений, планирования экспериментов, статистической обработки данных и построения экспериментальных зависимостей.

Задачами настоящей работы являются:

1. Разработка иерархической структуры базовых понятий и определений АСУ ТП;
2. Систематизация и классификация общих структур АСУ ТП и их элементной базы с выделением базового сегмента прецизионных энергосберегающих АСУ;
3. Разработка универсальной функциональной схемы процесса создания прецизионных энергосберегающих АСУ ТП.

Основной материал

Задачей унификации прецизионных энергосберегающих АСУ ТП является приведение их структур к единообразию на основе установления рационального количества типов, разновидностей.

Унификация прецизионных энергосберегающих АСУ ТП осуществляется на основе их систематизации и классификации, которые предусматривают распределение различных видов систем в определенном порядке и последовательности, удобном для анализа и синтеза, с последующим формированием классов и групп по сходным существенным признакам.

Унификация прецизионных энергосберегающих АСУ ТП является основной для последующей разработки типовых структур, технических требований, научных методов, нормативных методик и технических условий, необходимых для создания систем такого класса с оптимальными характеристиками и показателями качества.

Для решения этих задач разработана иерархическая структура базовых понятий и определений, отражающая сущность АСУ ТП, их основных структурных элементов и подсистем, а также связи между ними.

При этом выполнены уточнения и конкретизация многих базовых понятий по сравнению с известными существующими их представлениями.

На основе этой структуры разработана универсальная функциональная схема построения АСУ сложными техническими объектами (рис. 2). При этом человек (оператор-технолог) должен выполнять в этой схеме креативные функции, а входящие в АСУ ТП технические элементы и подсистемы (САР и САУ) подлежат систематизации, унификации и типизации.



Рис.1. Иерархическая структура базовых понятий и определений по АСУ ТП

Систематизация, уточнение и унификация терминологии и классификаций.
Система уточненных базовых понятий и определений АСУ ТП

Базовые понятия	Определение	Источник информации
1	2	3
Информация	От лат. information – ознакомление, осведомление, разъяснение-совокупность и передача понятий, знаний, сведений, данных, сигналов в природных, биологических, социальных, технических системах.	[7], уточнено авторами
Управление	Совокупность действий, выбранных на основании определенной информации и направленных на поддержание или улучшение функционирования объекта в соответствии с имеющейся программой функционирования	[5]
Регулирование	От лат. (regula-направлять, упорядочивать) – совокупность действий, направленных на поддержание заданных параметров (характеристик) объекта в требуемых пределах.	[6], уточнено авторами
Алгоритм (закон) управления (регулирования)	Последовательная совокупность операций обработки информации с целью выработки эффективного (приводящего к достижению заданной цели) управляющего воздействия на объект управления	уточнено авторами
Кибернетика	«Наука, изучающая системы любой природы, способные воспринимать, хранить и перерабатывать информацию и использовать ее для управления и регулирования»	академик А.Н. Колмогоров
Техническая кибернетика	Наука, изучающая принципы управления техническими системами (машинами, аппаратами, технологическими процессами и устройствами), методы сбора и анализа информации о свойствах этих систем, синтеза алгоритмов управления и создания управляющих устройств, реализующих эти алгоритмы.	[6]
Автоматическое управление	Осуществление управления объектами и процессами без непосредственного участия человека.	[6]
Система автоматического управления (САУ)	Комплекс технических и информационных устройств и подсистем, реализующих автоматическое управление объектами или процессами.	[6], уточнено авторами
Автоматизированное (полуавтоматическое) управление	Осуществление управления объектами и процессами, при котором часть операций, которые не могут быть формализованы, выполняется человеком, а часть – автоматическими устройствами.	[5, 6], уточнено авторами
Автоматизированная (полуавтоматическая) система управления (АСУ)	Система «человек-машина», включающая комплекс технических и информационных устройств и подсистем, реализующих автоматизированное (полуавтоматическое) управление объектами процессами с участие человека (оператора-технолога).	[5, 6], уточнено авторами

Автоматическое регулирование	Осуществление без вмешательства человека заданных значений одной или нескольких величин, определяющих режим функционирования технического объекта или процесса.	[6], уточнено авторами
Система автоматического регулирования (САР)	Комплекс технических и информационных устройств и подсистем, реализующих автоматическое регулирование.	[6], уточнено авторами
Теория автоматического управления (ТАУ)	Наука, изучающая принципы и методы построения, функционирования, анализа, синтеза и оптимизации САУ (включая определение программ рабочих режимов и их регулирования, запуск, диагностику технических объектов, защиту их от аварийных ситуаций и т.д.)	[6], уточнено авторами
Теория автоматического регулирования (ТАР)	Наука, изучающая принципы и методы построения, функционирования, анализа, синтеза и оптимизации САР.	[6], уточнено авторами
Автоматизация	Комплекс технических, организационных, экономических и других мероприятий, связанных с разработкой и внедрением АСУ, САУ и САР.	[6], уточнено авторами
Автоматика	Прикладная наука, изучающая практические методы создания, исследования, внедрения, наладки и эксплуатации САУ и САР	[6], уточнено авторами

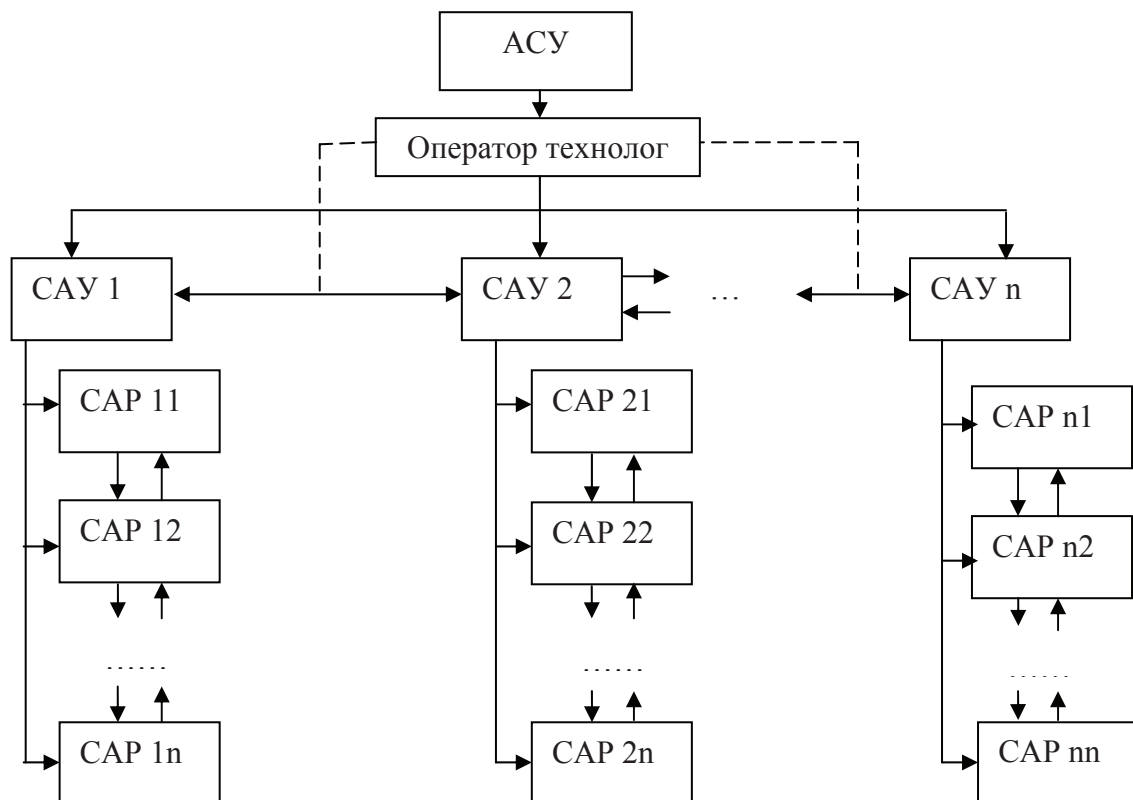


Рис. 2. Универсальная функциональная схема построения АСУ сложными техническими объектами (стрелками показаны направления возможного участия человека в процессе управления в плане координации функционирования отдельных подсистем).

Общая классификация САУ(САР) приведена на рис.3.

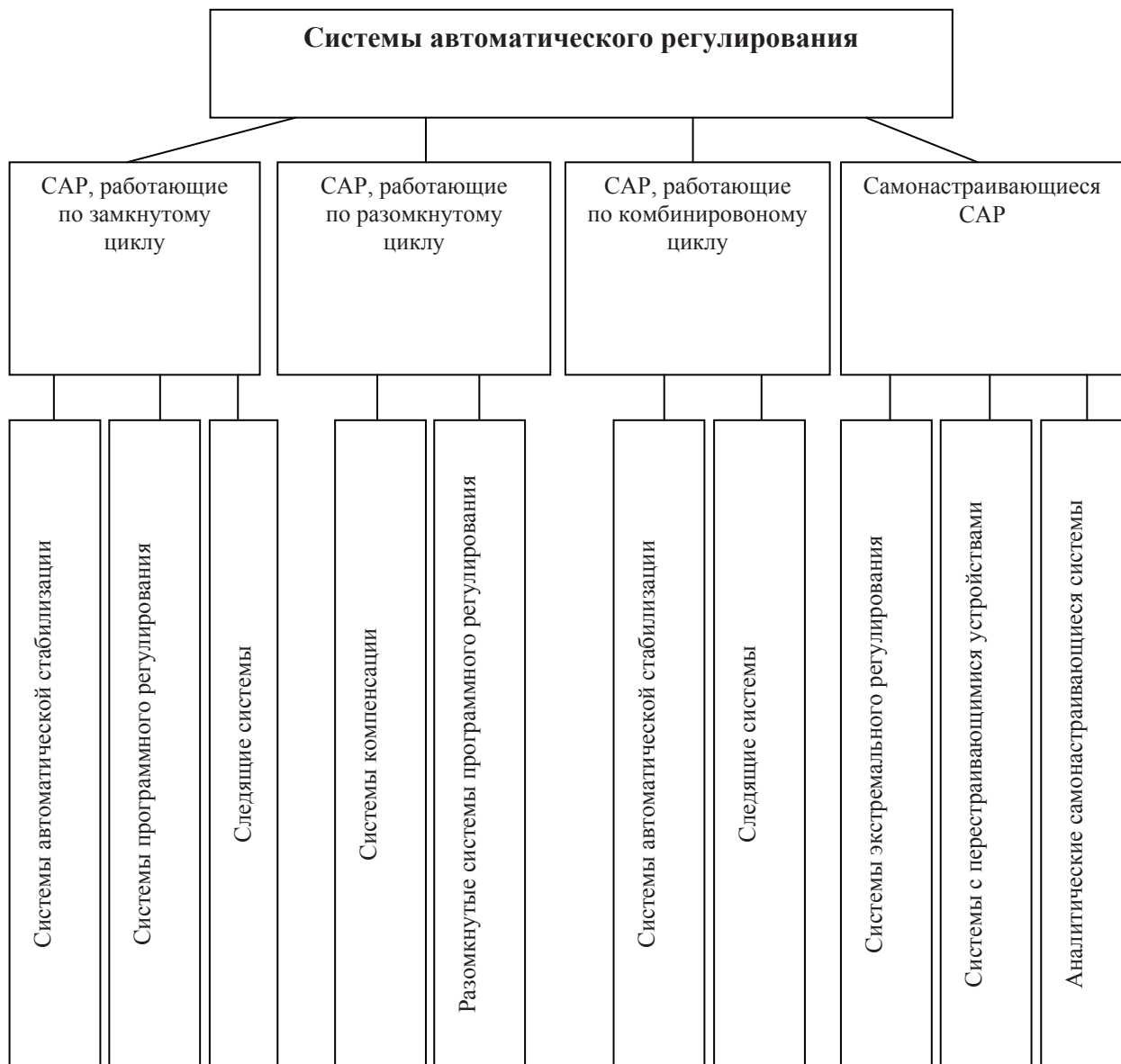


Рис. 3. Общая классификация САУ(САР)

Разработанная структурная модель унифицированного процесса создания САУ(САР) приведена на рис.4.

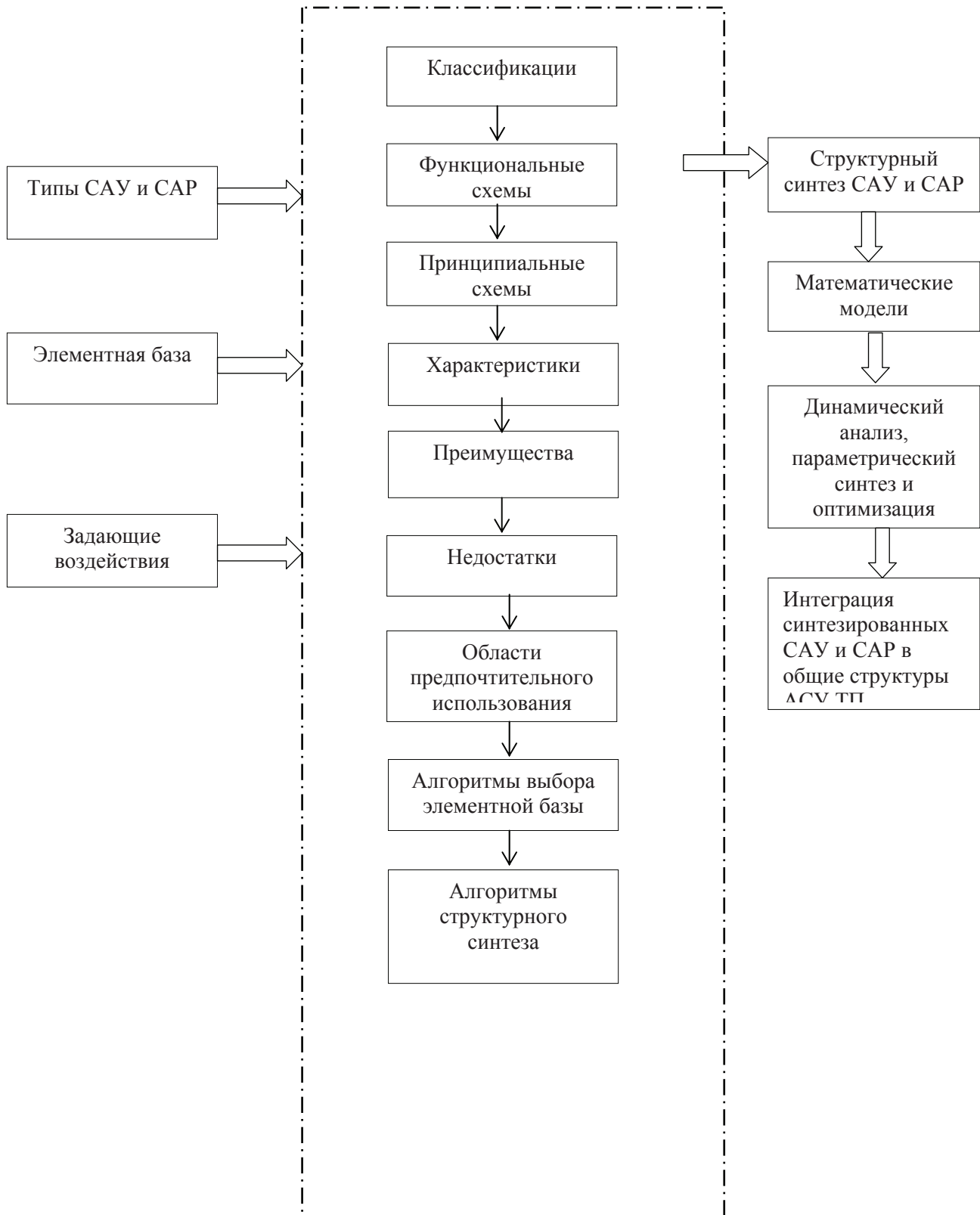


Рис.4. Структурная модель унифицированного процесса создания САУ (САР).

Общая классификация прецизионных САР с выделением сегмента наиболее предпочтительных типов представлена на рис 5.

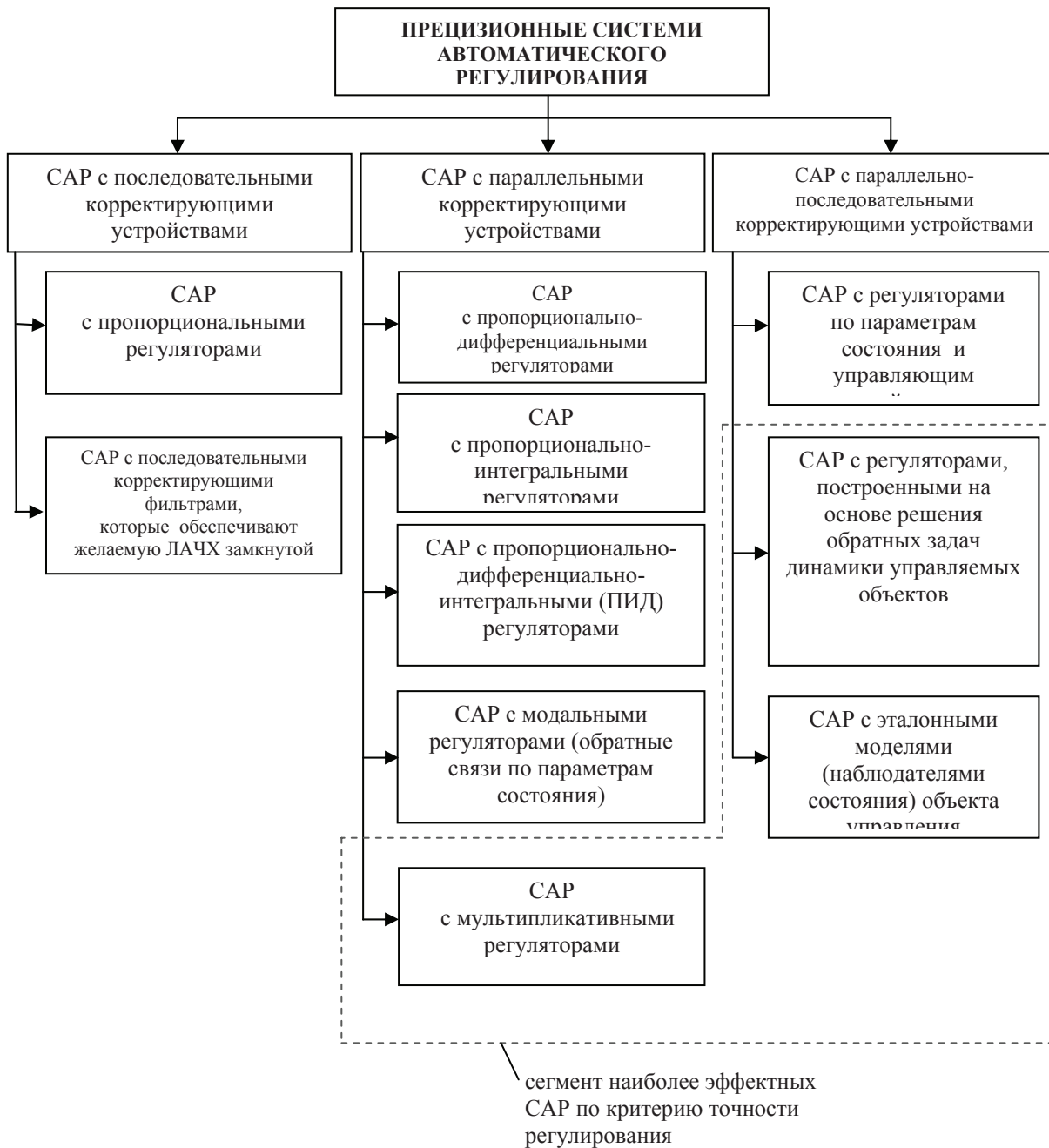


Рис 5. Общая классификация прецизионных САР.

Прецизионные САР являются одним из подклассов общего класса энергосберегающих АСУ, поскольку высокая статическая и динамическая точность управления во многих технологических системах уже сама по себе способна обеспечивать существенную экономию энергии и материальных ресурсов. Другим подклассом являются АСУ, в которых обеспечивается непосредственная минимизация энергетических потерь в процессе работы объекта. С учетом выше изложенного, разработана общая классификация прецизионных энергосберегающих АСУ ТП, представленная на рис.6.

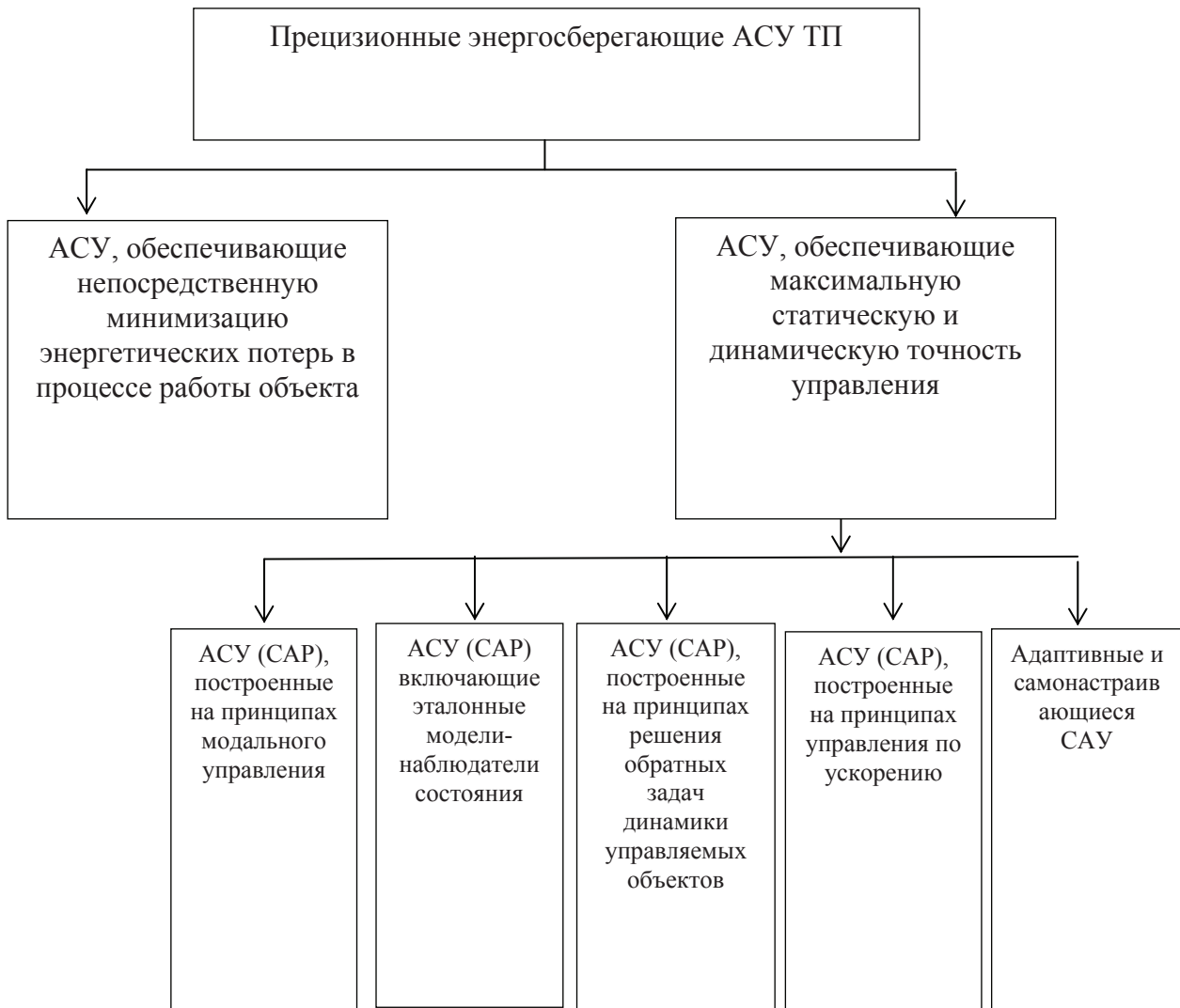
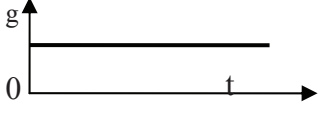
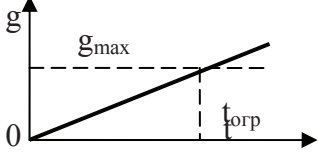
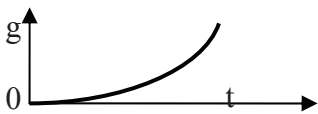
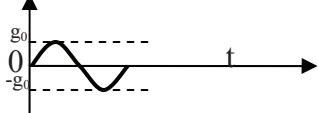
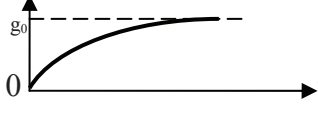
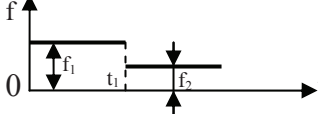
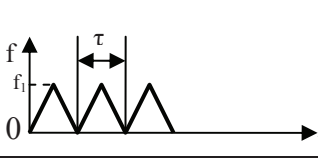
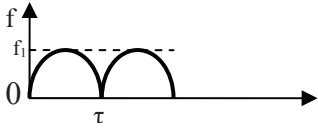
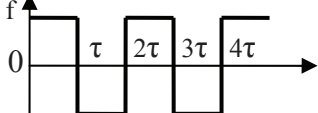
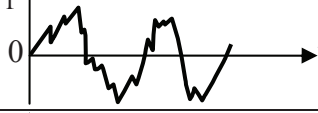
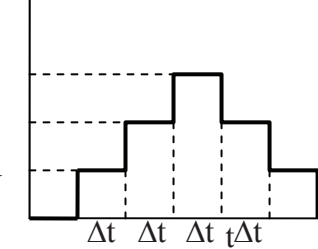


Рис. 6. Общая классификация прецизионные энергосберегающие АСУ ТП.

В таблице 2 представлена классификация основных типовых задающих воздействий, которые должны обрабатываться прецизионными АСУ и на основе которых должны решаться задачи их структурно-параметрического синтеза и оптимизации.

На рис. 7 представлена разработанная классификация основных структурных элементов САУ и САР.

Классификация основных типовых задающих воздействий

№	Вид воздействия	Форма сигнала	Математическое описание
1	Ступенчатое (единичное)		$g(t) = \begin{cases} 0 & \text{нпу } t < 0 \\ 1 & \text{нпу } t \geq 0 \end{cases}$
2	Линейный закон изменения (с ограничением)		$g(t) = \begin{cases} 0 & \text{нпу } t < 0 \\ g_i t & \text{нпу } t \geq 0 \text{ и } g \leq g_{\max} \\ g_{\max} & \text{нпу } t \geq 0 \text{ и } g > g_{\max} \end{cases}$
3	Степенной закон изменения		$g(t) = \begin{cases} 0 & \text{нпу } t < 0 \\ \sum_{i=0}^n g_i t^i & \text{нпу } t \geq 0 \end{cases}$
4	Гармоническое		$g(t) = \begin{cases} 0 & \text{нпу } t < 0 \\ g_0 \sin \omega_0 t & \text{нпу } t \geq 0 \end{cases}$
5	Экспоненциальное		$g(t) = \begin{cases} 0 & \text{нпу } t < 0 \\ g_0(1 - e^{-mt}) & \text{нпу } t \geq 0 \end{cases}$
6	«Сброс нагрузки»		$f(t) = \begin{cases} f_1 & \text{нпу } 0 \leq t \leq t_1 \\ f_2 & \text{нпу } t < t_1 \end{cases}$
7	Периодические треугольные импульсы		$f(t) = f_1 \left[\frac{\tau}{2} + \frac{4\tau}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\cos \frac{2\pi - 2\pi t}{\tau}}{(2n-1)^2} \right]$
8	Периодические повторяющиеся параболы		$f(t) = f_1 \left[\frac{\tau}{6} - \frac{\tau}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\cos \frac{2\pi t}{\tau}}{n^2} \right]$
9	Периодически повторяющаяся ступенчатая функция		$f(t) = f_1 - f_1(t - \tau) + 2f_1(t - 2\tau) - 2f_1(t - 3\tau) + \dots$
10	Случайная функция		
11	Последовательность ступенчатых возмущений		$y = \begin{cases} i\Delta t\Delta y, & i = 0, \dots, \frac{y_{\max}}{\Delta y} \\ \text{нпу } t \leq \frac{y_{\max}}{\Delta y} \Delta t \\ y_{\max} - i\Delta t\Delta y, & i = 0, \dots, \frac{y_{\max}}{\Delta y} \\ \text{нпу } t \leq \frac{y_{\max}}{\Delta y} \Delta t \end{cases}$

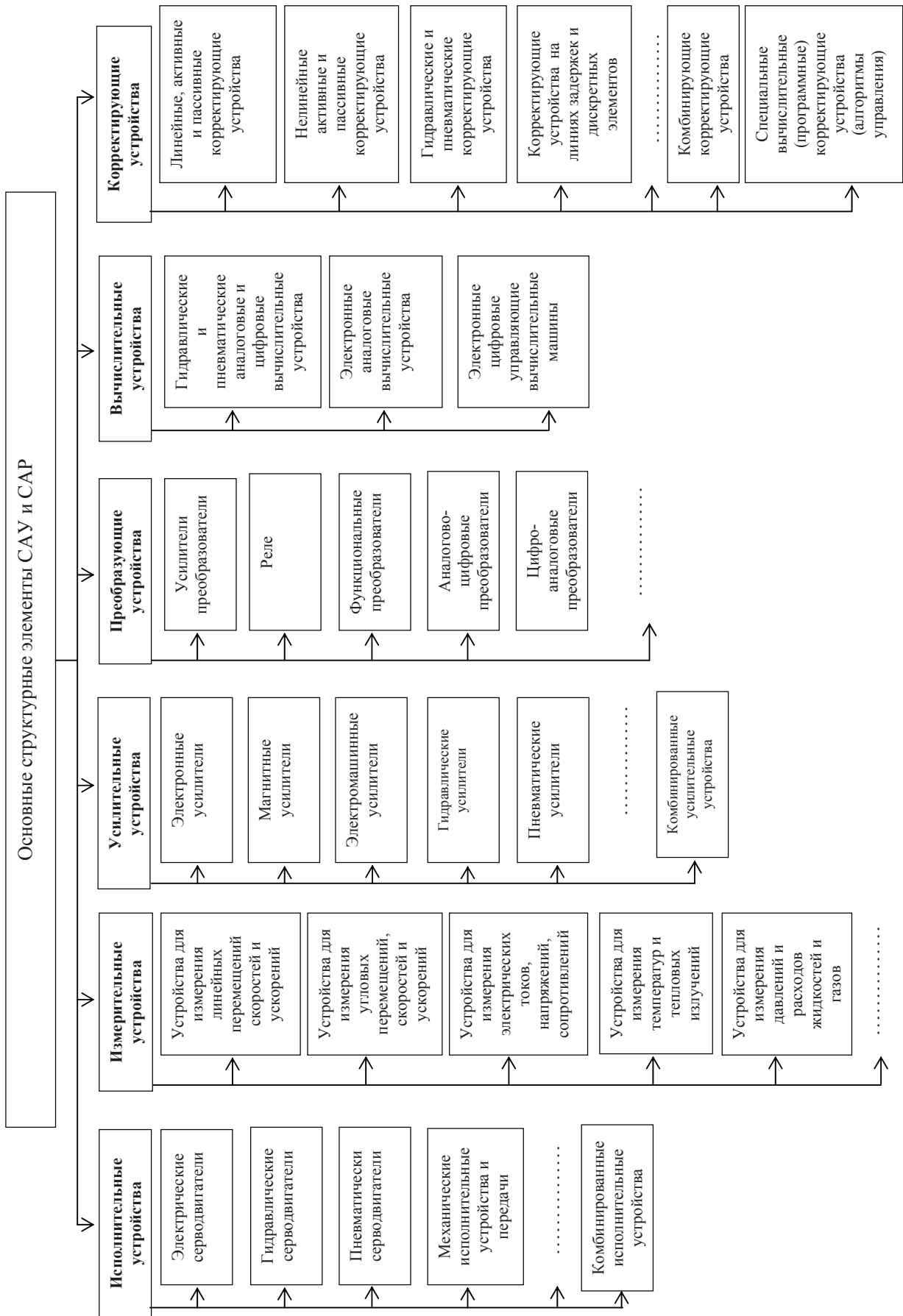


Рис. 7. Классификация основных структурных элементов САУ и САР.

Выводы

1. Разработана иерархическая структура базовых понятий и определений АСУ ТП с их уточнением и конкретизацией;
2. Выполнена систематизация и классификация общих структур АСУ ТП и их элементной базы с выделением базового сегмента прецизионных энергосберегающих АСУ;
3. Разработана универсальная функциональная схема процесса создания прецизионных энергосберегающих АСУ ТП.

Список использованной литературы:

1. Канюк Г. И., Козлова М. Л. Интегрированный подход к постановке курса АСУ ТП для будущих инженеров, инженеров-теплоэнергетиков, инженеров-педагогов/ Збірник тез та доповідей :XIVII наукова-практична конференція науково-педагогічних працівників, науковців, аспірантів та співробітників УПА. – Харків: – 2014. – С. 16-17.
2. Канюк Г. И., Козлова М. Л. О системном интегрированном обучении дисциплине «Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП)»/ Збірник тез та доповідей :XIVII наукова-практична конференція науково-педагогічних працівників, науковців, аспірантів та співробітників УПА. – Харків: – 2014.. – С. 17–18.
3. Словарь по кибернетике: Св. 2000 ст./ под ред. В. С. Михалевича. - 2-е изд. – К: Гл. ред. УСЭ им. М.П. Бажана, 1989 – 751с.
4. Политехнический словарь: под ред. И. И. Артоболевского, М – Советская энциклопедия, 1977.– 608 с.
5. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: Справочник/ Под ред. В. А. Григорьева, В. М. Зорина – 2-е изд., перераб. – М.: энергоатомиздат, 1991. – 588 с.
6. Попов Д. Н. Динамика и регулирование гидро-и пневмосистем. Учебник для машиностроительных вузов. Москва, 1976 – 424 с.
7. Философский энциклопедический словарь М.:ИНФРА – Москва, 2001. – 576 с.
8. Канюк Г. И. Модели и методы структурного и параметрического синтеза прецизионных электрогидравлических следящих систем автоматизированных испытательных стендов: дис. на соискание науч. степени докт. техн. наук: спец. 05.13.07 / Г.И. Канюк. – Харьков, 2009. – 605 с.
9. Попов М. А. Удосконалення методів підвищення точності автоматичного регулювання подачі повітря в домни : автореф. дис ... канд. техн. наук / М. А. Попов . – Харків, 2014 . – 19 с.

References:

1. Kanyuk H. I., Kozlova M. L. Intehrovanyu pidkhdid do postanovky kursu ASU TP dlya maybutnikh inzheneriv, inzheneriv-teploenerhetykiv, inzheneriv-pedahohiv / Zbirnyk tez ta dopovidey: XIVII naukova-praktychna konferentsiya naukovo-pedahohichnykh PRATSIVNYKIV, naukovtsiv, aspirantiv ta spivrobotnikiv UIPA. – Kharkiv: – 2014. -S.16-17.
2. Kanyuk H. I., Kozlova M. L. Pro systemnyu intehrovanomu navchanni dystsypliny «Avtomatyzovani systemy upravlinnya tekhnolohichnymy protsesamy (ASU TP)» / Zbirnyk tez ta dopovidey: XIVII naukova-praktychna konferentsiya naukovo-pedahohichnykh PRATSIVNYKIV, naukovtsiv, aspirantiv ta spivrobotnikiv UIPA. – Kharkiv: – 2014 . – P. 17–18.
3. Slovyk z kibernetiky: Sv. 2000 st. / Pid red. V. S. Mykhalevycha. – 2-e vyd. – K: Hl. red. URE im. M. P. Bazhana, 1989. – 751 p.
4. Politekhnichnyy slovyk: pid red. I. I. Artobolevskoho, M – Radyans'ka entsyklopediya, 1977. – 608 p.
5. Promyshlennaya teploenerheika i teplotekhnika: Dovidnyk / Za red. V.A. Hryhor'yeva, V.M. Zorina - 2-e yzd., Pererab. – М .: Vyshcha shkola, 1991. – 588 p.
6. Popov D. M. Dynamika i rehulyuvannya hidro- ta pnevmosystem. Pidruchnyk dlya mashynobudivnykh vuziv. Moskva, 1976. – 424 p.
7. Filososfs'kyu entsyklopedychnyy slovyk M.: YNFRA. – Moskva, 2001. – 576 p.
8. Kanyuk H. I. Modeli i metody strukturnoho i parametrychnoho syntezu pretsyziynykh elektrohivdravlichnykh stezhat' system avtomatyzovanykh vyprobuval'nykh stendiv: dys. na zdobuttya nauk. stupenya dokt. tekhn. nauk: spets. 05.13.07 / H. I. Kanyuk. – Kharkiv, 2009. – 605 p.
9. Popov M. A. Udoskonalennya metodiv Pidvyschennya tochnosti avtomatychnoho rehulyuvannya podachi Povitrya v domny: avtoref. dys ... kand. tekhn. nauk / M. A. Popov. – Kharkiv, 2014. – 19 p.

Поступила в редакцию 24.01 2016 г.