

ПРИМЕНЕНИЕ РЕЗИСТОРОВ В СХЕМАХ ЭЛЕКТРОТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО И БЫТОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Горелов В.П., Горелов С.В., Кислицин Е.Ю.,
Крышталёв В.Е., Куликов С.Г., Мочалин К.С.
(ФГОУ ВПО «Новосибирская государственная
академия водного транспорта, г. Новосибирск)*

Для решения сложных технических задач повышения надёжности электротеплоснабжения производственных и бытовых потребителей в качестве концептуальной основы применён **системный подход**. Физическая природа связей между элементами системы, как и природа самих элементов, имеет большое разнообразие. **Системой** можно назвать совокупность элементов, обладающих связями и свойствами, отличными от свойств отдельных элементов. Например, к системе электроснабжения относят связанные между собой источник энергии, электрические сети и потребители электроэнергии [1].

Элементами в системе электроснабжения являются электрические распределительные сети, содержащие кабельные и воздушные линии электропередачи, элементы оборудования электрических подстанций (резисторы, разрядники и т.д.). В свою очередь для **разработчиков элементов оборудования подстанций системой будет мощный резистор, имеющий достаточно сложную конструкцию**, и т.п. [2-5].

Наличие иерархичности строения системы означает определённую соподчинённость элементов, а также то, что каждый компонент системы может также рассматриваться как система, которая в свою очередь является лишь одним из компонентов более высокого порядка. Это вызывает необходимость разбиения сложных задач на ряд более простых, т.е. осуществлять декомпозицию. Основным системообразующим фактором распределительной электрической сети является целенаправленность её поведения, включая реакцию на внешние воздействующие факторы.

Общая глобальная цель системы электротеплоснабжения представляет собой дерево целей (рисунок 1), включающее набор взаимосвязанных подцелей. Вышеуказанное позволяет учесть особенности электротеплоснабжения промышленности, бытовых потребностей населения Сибири и Дальнего Востока, включающие:

- высокие требования к бесперебойности электротеплоснабжения потребителей из-за суровых климатических условий и значительной протяжённости линий электропередачи;
- большие затраты на содержание производственной и социальной инфраструктуры.

Энергообеспечение отдалённых районов Сибири является примером того, что для повышения его качества целесообразно использование нетрадиционных источников энергии. Однако, бесперебойное энергоснабжение предприятий и сельского населения только от некоторых возобновляемых источников затруднительно из-за непостоянства потоков энергии. Поэтому более эффективно использовать комбинированные схемы электротеплоснабжения, одна из которых приведена на рисунке 2 [1,6-8].

Подчеркнём, что в большинстве вышеприведённых энергетических устройств в качестве активной нагрузки применяются различного типа резисторы, например, металлические и из композиционных материалов на основе силикатных, полимерных или фосфатных связей [3-5,9].

Эксплуатация электроэнергетических систем, в том числе с использованием ВНИЭ, должна также учитывать электромагнитную совместимость технических средств, подверженных действию электромагнитных помех [1,10-11].

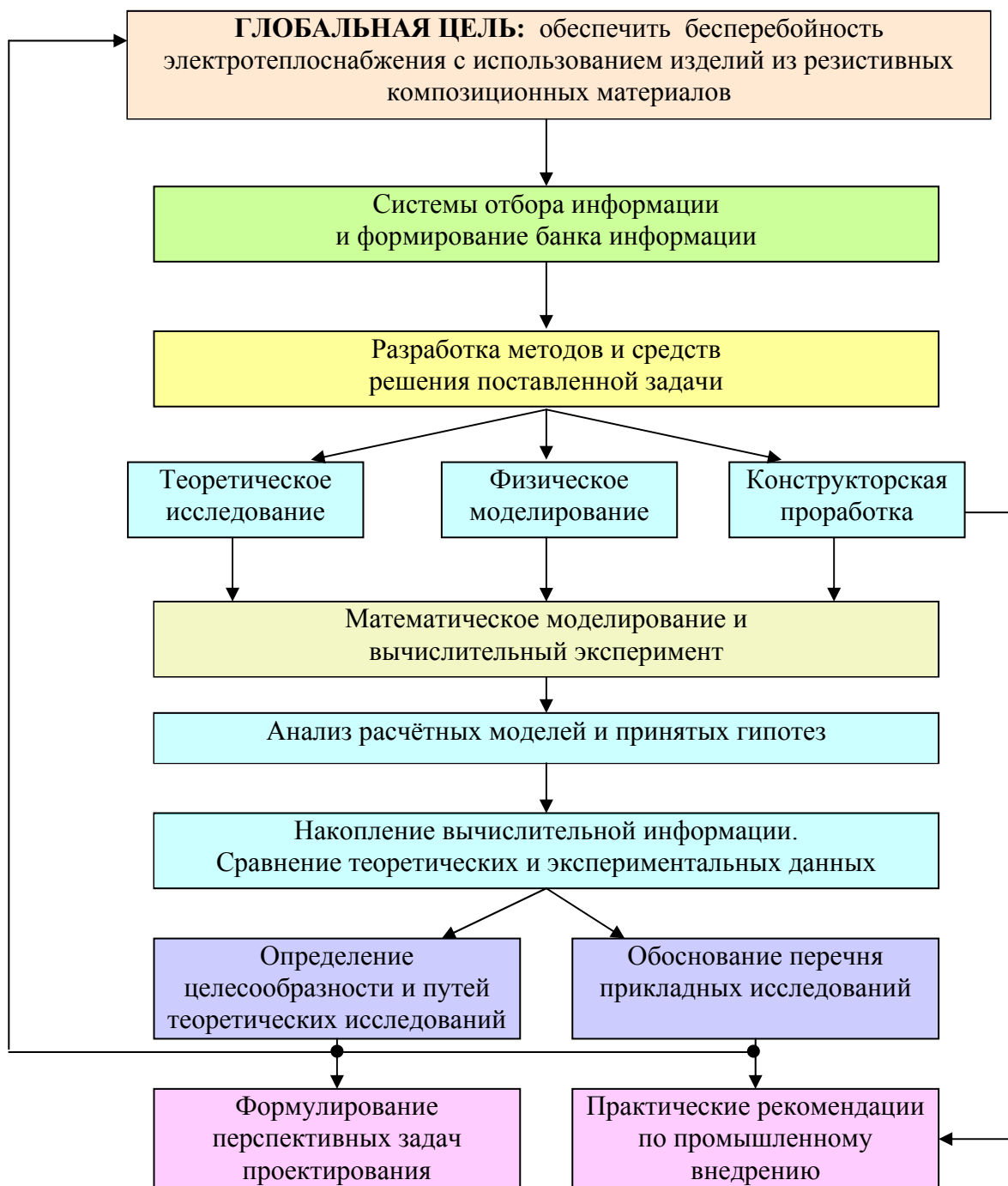


Рисунок 1 – Дерево целей системы электротеплоснабжения потребителей

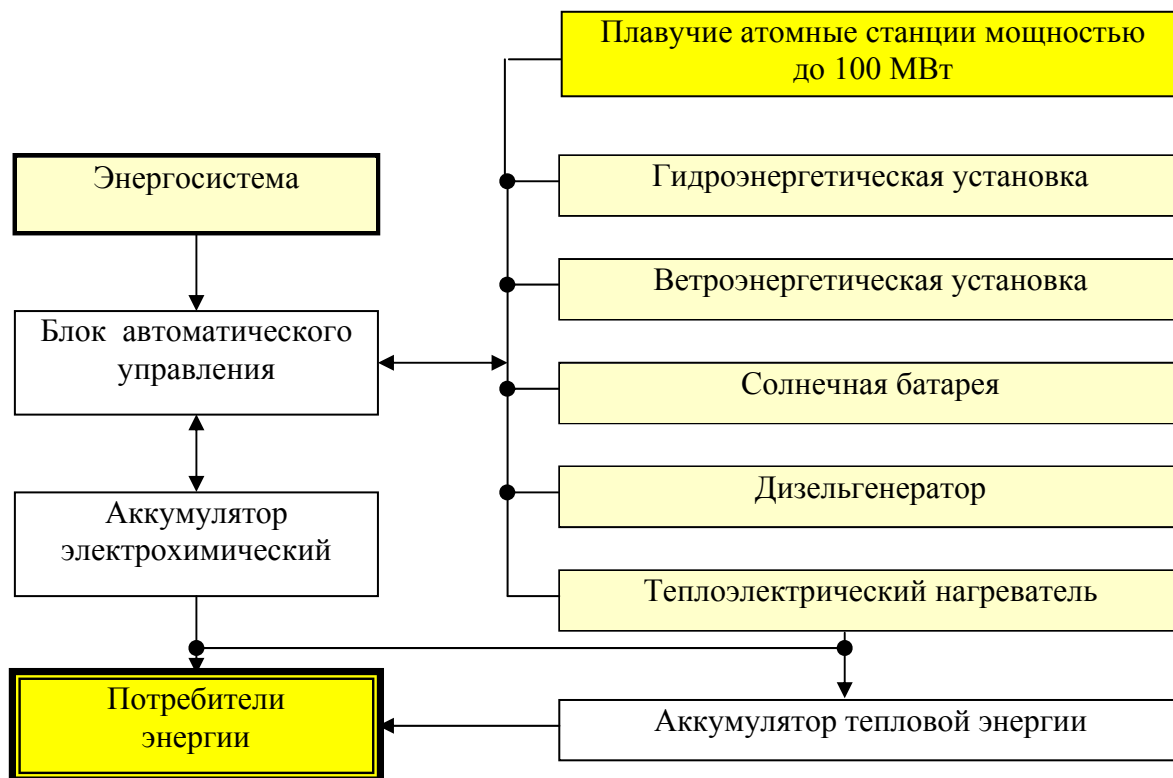


Рисунок 2 – Блок-схема комбинированного электротеплоснабжения потребителей

При эксплуатации местных электрических сетей напряжением от 0,4 до 35 кВ на линейную изоляцию линий электропередачи (ЛЭП), электрооборудование электрических станций и подстанций, электрическую изоляцию силовой и бытовой аппаратуры воздействуют различного рода электрические перенапряжения.

В связи с тем, что в последние годы происходит непрерывное старение эксплуатируемого энергооборудования возрастает актуальность изучения электромагнитной обстановки (ЭМО), определения различного вида электромагнитных помех (ЭМП), обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) технических средств в действующих электрических сетях (рисунок 3). Увеличилось влияние на электрическую сеть нелинейной нагрузки предприятий АПК, тяжелой промышленности и железнодорожного транспорта, работающих в нормальных режимах [2,10].

Местные электрические сети 6 кВ являются составными частями электрических сетей напряжением 10 кВ и 35 кВ. Это сети с изолированной нейтралью, ток замыкания фазы на землю которых находится в пределах от 0,05 до 7 А. Местные электрические сети имеются на береговых водозаборных сооружениях, на электростанциях, работающих на твердых каменных углях и т.д. [10]. Основными потребителями электрической энергии в таких сетях являются электрические двигатели с напряжением от 0,4 до 6 кВ, которые применяются в качестве электроприводов насосов, дробилок, мельниц и т.п.

Технологические нарушения параметров сырья (влажность, твердость), попадание металлического лома и прочее, вызывают забивание насосов, дробилок, мельниц, что приводит к их остановке. Повторные запуски агрегатов происходят с практически заторможенными роторами электродвигателей. Пусковой ток при этом содержит большую индуктивную составляющую и энергия, накопленная в индуктивностях обмоток двигателей – максимальна. Такие режимы работы или коммутации приводят к возникновению в местной сети временных перенапряжений. Становится очевидным актуальность задачи разработки способов повышения уровней ЭМС технических средств в электрических сетях (рисунок 4).

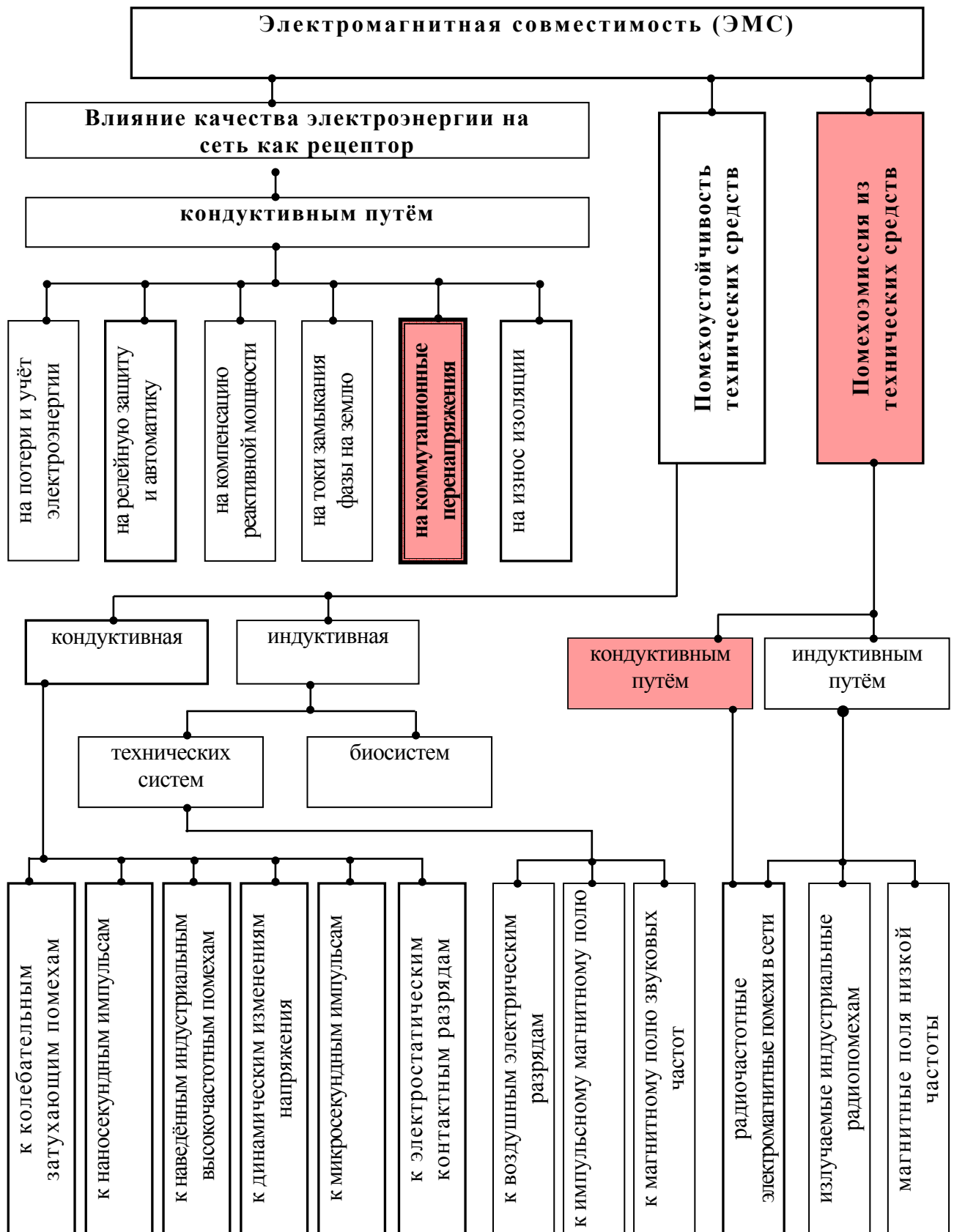


Рисунок 3 – Электромагнитная совместимость технических средств систем электроснабжения, подверженных воздействию электромагнитных полей

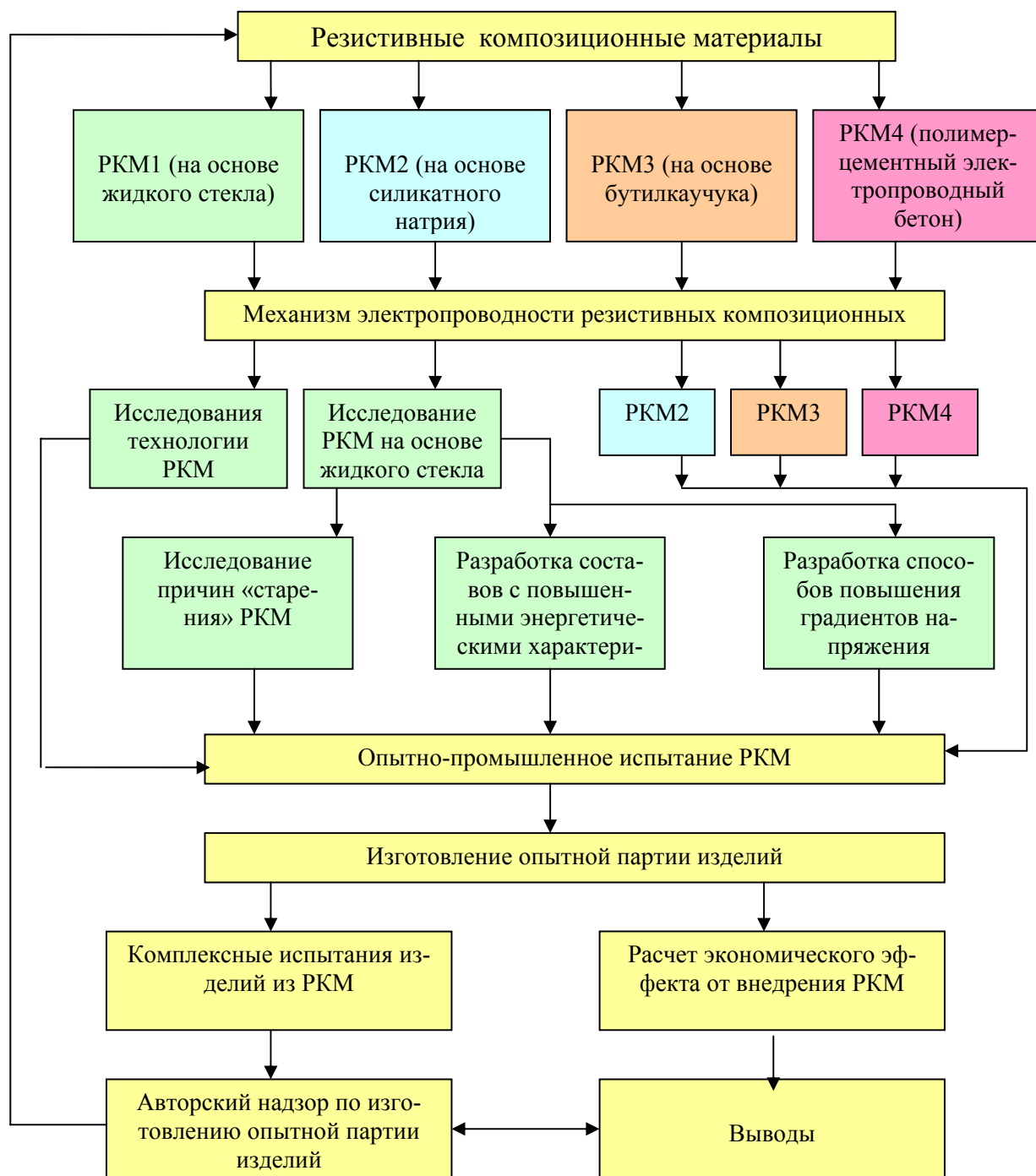


Рисунок 4 – Целепоглощающая нижестоящая система по разработке резистивных композиционных материалов для электронагревателей и резисторов

Электромагнитные явления, наблюдаемые в электрических сетях от 0,4 до 35 кВ, снижают качество функционирования технических средств и создают электромагнитные помехи (ЭМП). ЭМП оказывают отрицательное влияние на рецепторы, к которым в общем случае относят технические средства, реагирующие на электромагнитный сигнал или электромагнитную помеху. Эти помехи обуславливают значительный экономический ущерб, как у потребителей электрической энергии, так и у энергоснабжающих предприятий.

По способу распространения ЭМП подразделяются на кондуктивные (гальваническая связь), передающиеся от источника помех к рецептору по элементам электрической сети, и на передающиеся через электрическое поле (Е-поле), магнитное поле (Н-поле) и через излучение (Е/Н-поле).

Необходимо отметить, что с точки зрения ЭМС существующие традиционные системы молниезащиты не в состоянии в полной мере обеспечить работу современной высокочувствительной электронной микропроцессорной техники. Это относится и к силовым сетям и нагрузкам до 1000 В [10-11].

Так называемая интегральная защита, используемая во входных цепях и схемах питания приборов гарантирует какую-то устойчивость по отношению к определённым помехосоздающим воздействиям, среди которых находятся также и перенапряжения.

Однако при воздействиях, вызванных токами молнии, а в ряде случаев и при коммутационных перенапряжениях, требуется дополнительная защита, установленная вне приборов.

Такие защиты особенно нужны для объектов с обширной электроникой, например:

- вычислительные центры;
- административные здания крупных энергопотребителей;
- системы управления производственными процессами;
- телекоммуникационные здания (радио и ТВ-станции);
- различные энергетические объекты (электрические станции и подстанции).

Принципом защиты от вторичных воздействий молнии и коммутационных перенапряжений является создание эквипотенциальных систем при одновременной реализации зонной концепции защиты. Помехосоздающая электромагнитная среда, в которой располагается защищаемое оборудование, разделяется на «вложенные» друг в друга зоны. Зоны должны иметь различную степень защиты и характеризоваться существенным изменением электромагнитных параметров на их границах. Уравнивание потенциалов на границах зон снижает риск появления импульсных электромагнитных помех.

Одним из эффективных мер снижения электромагнитных помех является применение в разработанных электрических схемах резисторов из композиционных материалов, например, Бетэла, Рапита и Экома [2,5-6].

При разработке новых резистивных композиций на основе высокотемпературных полимеров (бутилкаучуки, фторопласты), различных типов цементов и жидкого стекла для значительного диапазона изменения воздействующего напряжения и температуры необходим детальный анализ теоретических и экспериментальных данных по механизму рассеяния электрической энергии в режимах импульсного (до 5 мс), кратковременного (до 3 с) и длительного включений [2,5.] Исследование механизма электрической проводимости гетерогенных систем необходимо проводить для целенаправленного регулирования основных электро-, тепло- и физико-механических характеристик изделий из РКМ различными технологическими приёмами [2].

Литература

- 1 **Горелов, С.В.** Энергоснабжение стационарных и мобильных объектов. В 3 ч. Ч. 1 / С.В. Горелов [и др.]; под ред. В.П.Горелова, Н.В.Цугленка. – Новосибирск: Новосиб. гос. акад. вод. трансп., 2006. – 243 с.
- 2 **Горелов, С.В.** Резисторы в схемах электротеплоснабжения / С.В.Горелов [и др.]; под ред. В.П.Горелова, Н.В.Цугленка. – Новосибирск: Новосиб. гос. акад. вод. трансп., 2008. – 424 с.
- 3 **Горелов, С.В.** Контактные устройства резисторов из композиционных материалов / С.В.Горелов [и др.]; под ред. В.П.Горелова. – Новосибирск: Новосиб. гос. акад. вод. трансп., 2002. – 236 с.
- 4 [http:// www.bel-resistor.ru](http://www.bel-resistor.ru) (10.07.2007).
- 5 **Ограничение перенапряжений. Режимы заземления нейтрали. Электрооборудование сетей 6-35 кВ** / Под ред. Кадомской К.П. [и др.]. – Новосибирск: Новосиб. гос. техн. ун-т, 2006. – 216 с. (Труды 4-й Всерос. науч.- техн. конф. , 8-11 сент. 2006).
- 6 **Замуков, В.В.** Плавающая атомная электростанция малой мощности / В.В.Замуков [и др.] // Судостроение. – 2007. – №2. – С. 9–12.
- 7 **Лавковский, С.А.** Технологии для разработки месторождений Арктики / С.А.Лавковский // Академия энергетики. – 2008. – №1(21). – С. 10–13.
- 8 **Пастухов, В.П.** На главном стапеле России / В.П.Пастухов // Судостроение. – 2007. – №3. – С. 4–7.
- 9 **Горелов, С.В.** Применение композиционных нагревателей в системах местного обогрева / С.В. Горелов // Низкотемпературные нагреватели из композиционных материалов в промышленности и быту: В.П. Горелов. – М. – 1995. – §24-§30, П.1 – П.7. – С. 166–209.
- 10 **Иванова, Е.В.** Кондуктивные электромагнитные помехи в сетях 6-10 кВ / Е.В.Иванова, А.А.Руппель; под ред. В.П.Горелова. – Омск: Ом. фил. Новос. гос. акад. вод. трансп., 2004. – 284 с.
- 11 **Горелов, С.В.** Композиционные резисторы в схемах, повышающих электромагнитную помехозащищённость электрооборудования / С.В.Горелов, Е.В.Иванова // Ползуновский вестник. – 2005. – №4. – Ч. 3. – С. 238–242.