МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ирбитский аграрный техникум

ПМ 01.02 СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИИ

Методические указания к выполнению курсового проекта для студентов специальности «Электрификация и автоматизация с.-х.»

2014

Методические указания к выполнению курсового проекта по МДК 01.02 «Системы автоматизации сельскохозяйственных организаций».

Составитель: Мухин С.М., преподаватель специальных дисциплин.

Методические рекомендации составлены в соответствии с ФГОС СПО.

Автоматизация технологических процессов. Методические указания разработаны для студентов по специальности «Электрификация и автоматизация сель­ского хозяйства» Содержат перечень тем курсовых проектов по автоматизации техно­логических процессов, а также описание их состава объема и содержания. В методических указаниях отражены вопросы анализа технологических про­цессов, обоснования принципа их автоматизации, изучения и математическо­го описания объектов автоматизации, проектирования систем автоматическо­го управления, оценки надежности и экономической эффективности систем.

Рассмотрено на

предметной (цикловой) комиссии

«\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2014г.

Протокол №

Председатель

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Курсовой проект по МДК 01.02 «Системы автоматизации сельскохозяйственных организаций» является подготовительным этапом к выполнению дипломного проекта студентами по специальностям «Электрификации и автоматизации сельского хозяйства».

В процессе выполнения курсового проекта у студентов систематизиру­ются и закрепляются знания по технологическим процессам и их режимам, комплексной механизации и электрификации производства, средствам авто­матики и теории автоматического управления, проектированию и эксплуата­ции систем автоматического управления и другим разделам технических дисциплин, связанных с автоматизацией сельскохозяйственного производст­ва.

Кроме того, выполнение курсового проекта определяет формирование умения и накопление навыков использования теоретических знаний, спра­вочной информации и результатов научно-исследовательских работ при ре­шении практических задач проектирования и эксплуатации систем.

Студент выбирает тему курсового проекта из нижеприведенного переч­ня. По согласованию с преподавателем студент может положить в основу курсового проекта свою научно- исследовательскую или конструкторскую разработку, выполненную в про­цессе своей производственной деятельности или в порядке личной инициати­вы. В процессе проектирования студенты могут получать консуль­тацию преподавателя. Зачет (оценка) по курсовому проекту вы­ставляется по результатам его защиты в период экзаменационной сессии.

Курсовое проектирование должно выполняться на основе последних достижений индустриальных технологий сельскохозяйственного производст­ва, современного технологического оборудования и средств автоматики с учетом требований действующих нормативов, методик расчетов и типовых проектных решений. Материалы по курсовому проектированию должны быть оформлены в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями ЕСКД.

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

1. Автоматизация очистительно-сушильных комплексов типа КЗС.
2. Автоматизация зерноочистительных агрегатов типа ЗАВ.
3. Автоматизация зерносушилок СЗШ-8 и СЗШ-16.
4. Автоматизация барабанных зерносушилок СЗПБ-2, СЗСБ-4 и СЗСБ-8.
5. Автоматизация процесса активного вентилирования зерна.
6. Автоматизация шахтной зерносушилки.

7 Автоматизация процесса вождения трактора по копиру.

* 1. Автоматизация процесса вождения трактора по проволоке.
  2. Автоматизация управления движением культиватора.
  3. Автоматизация процесса управления глубиной вспашки почвы плугом.
  4. Автоматизация управления высотой среза кормовых трав на силосоубо­

рочных комбайнах.

* 1. Автоматизация управления выравниванием остова зерноуборочного ком­

байна.

* 1. Автоматизация управления загрузкой молотилки зерноуборочного ком­

байна.

* 1. Автоматизация управления фрезой при обработке приствольных полос в

садах.

* 1. Автоматизация управления температурой в парниках с почвенно- воздушным обогревом.
  2. Автоматизация управления температурой в ангарных теплицах.
  3. Автоматизация управления температурой в блочных теплицах.
  4. Автоматизация управления концентрацией растворов минеральных удоб­рений.
  5. Автоматизация управления вентиляцией в блочных теплицах.
  6. Автоматизация управления температурой поливной воды в теплице.
  7. Автоматизация управления поливом с помощью устройства УТ-12.
  8. Автоматизация управления подкормкой углекислым газом и досвечива- нием растений в теплицах.
  9. Автоматизация овощехранилищ с использованием устройства ШАУ-АВ.
  10. Автоматизация управления температурой в овощехранилище с помощью оборудования «Среда-1».
  11. Автоматизация фруктохранилищ.
  12. Автоматизация сортировки клубней картофеля.
  13. Автоматизация сортировки плодов томата.
  14. Автоматизация сортировки листьев табака.
  15. Автоматизация процессов для приготовления травяной муки.
  16. Автоматизация процесса гранулирования кормов.
  17. Автоматизация процесса брикетирования кормов.
  18. Автоматизация процесса приготовления комбикормов.
  19. Автоматизация кормораздаточных поточных линий для КРС.
  20. Автоматизация управления раздачей кормов платформенными кормораз­датчиками.
  21. Автоматизация процесса дозирования и смешивания концкормов на фер­мах КРС.
  22. Автоматизация раздачи жидких кормов.
  23. Автоматизация управления вытяжными вентиляционными установками

«Климат-4» на основе станции ШАП-5701.

* 1. Автоматизация управления вытяжными вентиляционными установками

«Климат-4» на основе станции МК-ВУ3.

* 1. Автоматизация приточно-отопительной установки для животноводческих

помещений.

* 1. Автоматизация управления калориферной установкой электроподогрева СФОА.
  2. Автоматизация управления теплогенераторами типа ТГ-1,5 и ТГ-2,5.
  3. Автоматизация установок местного обогрева животных ИКУФ-1.
  4. Автоматизация линии уборки и погрузки навоза транспортерами типа ТСМ-9Б.
  5. Автоматизация процесса пневматического транспортирования навоза.
  6. Автоматизация доильной установки.
  7. Автоматизация управления санобработкой вымени.
  8. Автоматизация процесса управления линией кормления птиц.
  9. Автоматизация управления вентиляцией птичников.
  10. Автоматизация управления увлажнением воздуха в птичниках.
  11. Автоматизация инкубаторов.
  12. Автоматизация управления освещением в птичнике.
  13. Автоматизация управления сбором яиц.
  14. Автоматизация пометоуборочных установок.
  15. Автоматизация облучения птиц на птицефабриках.
  16. Автоматизация управления котельным оборудованием.
  17. Автоматизация теплогенераторов для воздушного отопления и вентиля­ции производственных помещений.
  18. Автоматизация электроводонагревательных установок.
  19. Автоматизация управления электродным водогрейным и паровым котла­ми.
  20. Автоматизация холодильных установок
  21. Автоматизация управления башенными водонапорными установками.
  22. Автоматизация управления безбашенной водонапорной станцией.
  23. Автоматизация процесса перекачки сточных вод.
  24. Автоматизация насосных станций для мелиорации.
  25. Автоматизация систем сельскохозяйственного газоснабжения.
  26. Автоматизация теплиц для выращивания грибов.
  27. Автоматизация процессов восстановления деталей сельскохозяйственной техники.
  28. Автоматизация процесса мойки сельскохозяйственных машин.
  29. Автоматизация процесса пастеризации молока.
  30. Автоматизация процессов переработки и консервации овощей.
  31. Автоматизация линии ремонта сельскохозяйственной техники.

СОСТАВ, ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

В состав расчетно-пояснительной записки входят следующие разделы:

* + 1. Введение (порядковый номер не присваивается).
    2. Анализ технологического процесса.
    3. Обоснование целесообразности автоматизации процесса. Определение це­ли и задач проекта.
    4. Обзор современных технических средств по автоматизации технологиче­ского процесса.
    5. Обоснование принципа автоматизации технологического процесса. Со­ставление функциональной схемы системы автоматического управления (САУ) и функциональной схемы автоматизации технологического процесса.
    6. Анализ объекта автоматизации.
    7. Проектирование САУ.
       1. Разработка принципиальных схем САУ.
       2. Выбор и расчет технических средств автоматики.
       3. Анализ динамических показателей работы САУ.
       4. Разработка пультов и щитов управления. Выбор проводов и пуско- защитной аппаратуры.
    8. Оценка надежности работы САУ. Расчет периодичности технического об­служивания системы. Определение состава службы КИПиА.
    9. Оценка экономической эффективности САУ.
    10. Заключение (порядковый номер не присваивается).
    11. Список использованной литературы.

Графическая часть проекта включает:

Лист 1. Технологическая схема автоматизируемого процесса. Графики, схе­мы и чертежи, иллюстрирующие принцип автоматизации. Функциональная схема САУ. Функциональная схема автоматизации технологического про­цесса.

Лист 2. Принципиальная схема САУ.

ВВЕДЕНИЕ (3% от объема)

При написании введения (впрочем, как и других разделов расчетно- пояснительной записки) следует придерживаться принципа «от общего к ча­стному». Так, в начале введения следует остановиться на основных задачах отечественного сельского хозяйства, привести количественные данные по объемам производства различных видов с.-х. продукции. Далее изложение необходимо конкретизировать по отношению к отрасли: животноводству, растениеводству, пчеловодству и т.д. Затем следует еще более узкая конкре­тизация материала по виду продукции и условиям ее производства. Напри­мер, выращивание овощей в условиях защищенного грунта, производство молока на фермах КРС с беспривязным содержанием животных. При этом материал желательно сопровождать современными количественными показа­телями, иллюстрируя их динамику и научно обосновывая оптимальные зна­чения.

Наконец, из всего производственного цикла следует выделить техноло­гический процесс, предложенный для автоматизации в рамках задания на курсовое проектирование. Здесь следует охарактеризовать значение ком­плексной механизации и электрификации производства. Необходимо пока­зать, что без применения современных средств автоматики достижение по­ставленных рубежей невозможно. Таким образом, введение к курсовому про­екту доказывает целесообразность предстоящей работы и позволяет прибли­зиться к формулированию цели и задач проекта.

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА (10% от объема)

Разработку любой системы автоматизации начинают с анализа техноло­гического процесса. Технологический процесс представляет собой совокуп­ность целенаправленных операций, выполняемых одной или несколькими машинами. По возможности анализ технологического процесса следует про­изводить в два этапа. На первом этапе, стараясь избегать упоминания о ма­шинах, агрегатах и оборудовании, привести биологические основы процесса. Например, при анализе процесса пастеризации молока подробно изложить цель и сущность пастеризации, проследить историю развития различных ме­тодов первичной обработки молока, привести количественные характеристи­ки режимов пастеризации, произвести их сравнительный анализ. Здесь же целесообразно выявить зависимость эффективности пастеризации от тща­тельности выдерживания ее параметров. Например, если студент планирует заниматься автоматизацией процесса пастеризации с точки зрения поддержа­ния температуры и продолжительности нагрева молока, то здесь необходимо уточнить и наглядно представить зависимость кислотности продукта от от­клонения экспозиции.

На втором этапе анализа следует разобраться в технических средствах для реализации исследуемого процесса. Применительно к нашему примеру здесь следует привести различные схемы пастеризаторов: для порционной и поточной обработки. В этом же разделе необходимо подойти к конструкции конкретного промышленного пастеризатора. Именно того пастеризатора, ра­боту которого предстоит автоматизировать. Следует привести подробные технические характеристики выбранного пастеризатора, изобразить его об­щий вид, разобраться в особенностях эксплуатации.

Вместе с тем анализ технологического процесса в два этапа возможен не всегда. В этих случаях физическая (или биологическая) сущность процесса рассматривается без отрыва от технических средств. Однако и в том, и в дру­гом случае необходимо с максимальной точностью изучить технологию и изобразить процесс графически в виде технологической схемы.

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛИ И ЗАДАЧ ПРОЕКТА ( 2% от объема)

Содержание этого небольшого раздела является логическим завершением предыдущего. Действительно, анализ предложенного технологического про­цесса в свете основной идеи введения показал, что автоматизация представ­ляет собой прием, обеспечивающий существенное повышение эффективно­сти производства.

Здесь необходимо сформулировать основную цель, достигаемую авто­матизацией, а также определить перечень решаемых при этом задач. Цель и задачи проекта не должны быть искусственными, надуманными. Они долж­ны органически вытекать из требований технологического режима и оста­ваться недостигнутыми при использовании традиционного оборудования. Формулируя цель и задачи будущей работы, надо хорошо представлять — что даст внедрение автоматизации и чем может быть обусловлен экономический эффект.

Экономическую эффективность автоматизации можно определить толь­ко после завершения проекта, когда полностью выбраны все элементы обо­рудования. Вместе с тем предварительное технико-экономическое обоснова­ние должно быть сделано до начала разработки. Прежде всего необходимо определить источник экономической эффективности, то есть фактор, за счет которого она может быть достигнута. Источниками экономической эффек­тивности могут быть:

1. повышение производительности труда;
2. высвобождение рабочей силы;
3. экономия топлива и электроэнергии;
4. экономия материалов ( кормов, лекарств, удобрений, гербицидов и т.д.);
5. улучшение качества продукции, увеличение сроков хранения;
6. повышение надежности оборудования;
7. повышение уровня организации производства;
8. улучшение информации о процессе и ее использования для управле­ния;
9. повышение продуктивности, сохранности животных и птиц;
10. экономия основных фондов.

Кроме того, автоматизация может привести к положительному социаль­ному эффекту, заключающемуся в исключении монотонного и неквалифици­рованного труда. Рост производительности оборудования, экономии энергии и материалов могут привести к эффекту, эквивалентному увеличению произ­водственной мощности, уменьшению дефицита в рабочей силе. Повышение качества продукции всегда равноценно ее количественному росту, так как ведет к экономии ресурсов. Все эти источники должны быть четко сформу­лированы и обоснованы.

Необходимо различать трудовой, энергетический, материальный. струк­турный и технологический эффекты автоматизации. На этапе технико- экономического обоснования важно выяснить, какой из этих эффектов ос­новной. Если эффект достигается путем повышения производительности тру­да и высвобождения рабочей силы, то он называется трудовым. Для его оценки необходимо подсчитать экономию заработной платы.

Если основной эффект достигается благодаря экономии топлива или электроэнергии, то его называют энергетическим. Эффект от экономии мате­риалов является материальным. К нему также можно отнести эффект за счет повышения надежности систем автоматики. Эффекты от повышения продук­тивности, качества продукции и срока ее хранения составляют технологиче­ский эффект. Наконец, структурный эффект достигается за счет того, что от­падает потребность в постоянном присутствии человека. Высвобождаются рабочие проходы, необходимые для обслуживания машин, средства механи­зации и автоматизации сращиваются с технологическим оборудованием, ко­торое становится дешевле. Таким образом, структурный эффект определяет­ся снижением капитальных затрат и по крайней мере двух составляющих экс­плуатационных издержек: затрат на амортизацию и на текущий ремонт.

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

ПО АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

(10% от объема)

Раздел должен включать критический обзор современных технических средств по автоматизации заданного технологического процесса.

Известно, что для автоматизации одних и тех же процессов в разное время разрабатывались и выпускались различные устройства. Например, для управления микроклиматом в картофелехранилищах могут быть использова­ны комплекты оборудования «ШАУ-АВ» и «Среда-1», для управления вен­тиляционным оборудованием в животноводческих помещениях — системы «Климат-4» и «МКВАУ-3» и т.д. По существу, при написании этого раздела ведется работа с технической литературой. Однако задачей является не про­сто описание известных систем, а их критический анализ. При этом в первую очередь следует отмечать те недостатки существующего оборудования, кото­рые, по мнению студента, могут быть устранены в процессе дальнейшего проектирования.

При выполнении раздела обычно возникает вопрос: насколько подробно надо описывать известные технические решения? — Поскольку материал но­сит описательный характер, не следует перегружать объем расчетно- пояснительной записки технологическими и в особенности электрическими схемами. Нет необходимости приводить данные исследовательского плана, подробные описания последовательности работы электрических схем управ­ления, комментировать временные диаграммы работы, давать описания пультов и щитов. Вместе с тем здесь необходимо словесно описать работу оборудования и основные принципы автоматического управления. Разме­щенного в этом разделе материала должно быть достаточно для принятия решения о направлении проектирования.

ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЦИПА АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА. СОСТАВЛЕНИЕ

ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ САУ (5% от объема)

На данном этапе работы предстоит составить общее представление о принципе автоматизации технологического процесса. Необходимо найти ме­сто проектируемой САУ в общепринятой классификации. Это позволит четче формулировать текущие задачи и решительнее приступать к составлению схем. Разрабатываемую САУ необходимо классифицировать по уровню ав­томатизации управляемых системой функций: система децентрализованно­го, централизованного, автоматизированного или автоматического контроля и управления. Кроме того, САУ следует определить по виду алгоритма управления (неадаптивная, адаптивная), по назначению (контроля, защиты, технологического управления), по принципу управления (по отклонению, по возмущению, комбинированная, иерархическая), по задачам управления (стабилизации, следящая, программная), по виду структуры (замкнутая, ра­зомкнутая), по числу контуров (одноконтурная, многоконтурная), по дейст­вия на управляющий орган (прямого, косвенного действия), по характеру ус­тановившегося состояния (статическая, астатическая, встречной компенса­ции, комбинированная), по характеру физических процессов (непрерывная, дискретная), по линейности (линейная, квазилинейная, релейная, цифровая).

Ответы на поставленные вопросы должны быть обоснованными, под­крепленными ссылками на предложенный технологический процесс. В ре­зультате осуществленной классификации будут вырисовываться основные взаимосвязи отдельных элементов САУ. Эти взаимосвязи должны быть от­ражены в функциональной схеме САУ и функциональной схеме автоматиза­ции технологического процесса.

АНАЛИЗ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ. (10% от объема)

Поскольку многие современные сельскохозяйственные технологические процессы являются довольно сложными, для создания работоспособных САУ необходимо располагать полной информацией об объекте автоматиза­ции. Как правило, объект автоматизации задан, а проектирование системы сводится к проектированию управляющего устройства. Однако в том случае, если проектирование автоматизации проводится одновременно с технологи­ческим проектированием, правомерно прежде сформулировать требования к самому объекту автоматизации. Для этого необходимо прежде всего выявить его статические, динамические и энергетические характеристики, а также оценить управляемость объекта и определить меры для улучшения его харак­теристик.

После того как возможности улучшения объекта реализованы в виде проектных предложений, рекомендуется переходить к разработке требований к управляющему устройству. С целью улучшения качества функционирова­ния заданного технологического процесса необходимо в первую очередь вы­явить управляемые параметры, а также управляющие и возмущающие воз­действия. Рассмотрим эту процедуру на примере управления микроклиматом животноводческого помещения.

Начнем с управляемых параметров, то есть с тех величин, совокупность которых определяет понятие «микроклимат». В это понятие входят: темпера­тура у1, влажность у2, скорость перемещения воздуха в зоне обитания живот­ных у3, концентрация углекислого газа С02 — у4, концентрация аммиака NH3 — у5, сероводорода H2S — у6 и концентрация отрицательно заряженных ионов воздуха — у7. Перечисленные параметры характеризуют микроклимат поме­щения и потому должны входить в список управляемых величин. Понятно, что для других объектов автоматизации управляемые параметры будут дру­гими. Это могут быть: для птичников — освещенность, для различных меха­низмов — частота вращения или угол поворота, для излучателей — плотность светового потока, для водонагревателей — температура воды и т.д. Относи­тельно простые объекты автоматизации могут характеризоваться одной управляемой величиной, более сложные — целым рядом величин.

Далее следует определить управляющие воздействия. Как правило, этот вопрос решают технологи и энергетики. Однако вернемся к нашему примеру. Чтобы обеспечить заданную температуру, необходим обогрев помещения зимой и охлаждение его летом. Ограничимся рассмотрением зимнего перио­да. В этом случае в зависимости от проектного решения возможен обогрев горячей водой или электрической энергией. В обоих случаях управляющим воздействием выступает искусственно сформированное количество теплоты. Однако при обогреве горячей водой за управляющее воздействие удобно считать температуру горячей воды при постоянном расходе или расход го­рячей воды при постоянной температуре. Во втором случае проще за управ­ляющее воздействие считать электрическую мощность электрокалорифера или обогреваемой панели. Обозначим это управляющее воздействие симво­лом U1. Для обеспечения заданной влажности необходимо либо уносить вла­гу (при ее избытке), либо увлажнять помещение (при ее недостатке). В пер­вом случае процессом управляют при помощи вентиляции, во втором — при помощи увлажнителей. Для определенности будем иметь в виду первый ва­риант. Тогда в качестве управляющего воздействия придется принять расход воздуха U2. Кстати говоря, и другие управляемые величины у3...у6 также мо­гут определяться расходом воздуха. Для управления концентрацией отрица­тельных ионов в воздухе используют искусственную ионизацию. Теперь управляющим воздействием является поток ионов, который легко пересчи­тать в напряжение на коронирующих электродах ионизатора U3.

Перейдем к выявлению возмущающих факторов. Эти факторы целесо­образно разбить на две группы: контролируемые (которые возможно изме­рять) и неконтролируемые (которые измерять невозможно). На температуру воздуха в помещении влияют контролируемые факторы: температура наруж­ного воздуха Fb скорость ветра F2, солнечная радиация F3, осадки F4, а также неконтролируемые: открытие дверей и ворот F5, тепловыделения трактора F6, и тепловыделения животных F7. На влажность воздуха внутри помещения влияют контролируемый фактор: влажность наружного воздуха F8 и некон­тролируемый — влаговыделения животных F9, на концентрацию ионов в по­мещении влияет неконтролируемый фактор — газовыделения животных F10. Далее необходимо оценить роль каждого фактора, их взаимовлияние и по возможности отбросить второстепенные.

На основе приведенного материала можно приступить к обоснованию требований к автоматизации:

1. Формулируют алгоритм и цели функционирования.
2. На основе алгоритма функционирования объекта формулируют алго­ритм управления. Так, если в соответствии с алгоритмом функциони­рования требуется поддерживать постоянную температуру в пределах 20 ± 1 °С , то система управления должна отключать нагрев при дос­тижении температуры 21 °С и включать его снова при снижении тем­пературы до 19 °С. При более сложном алгоритме функционировании, когда температура в помещении должна зависеть от возмущающих воздействий, необходимо выявить эту зависимость и составить алго­ритм управления по возмущению.
3. Определяют, какой должна быть система по степени приспособляемо­сти к условиям работы, то есть можно ли рекомендовать применение самонастраивающейся системы, если мы имеем дело с нестационар­ным объектом, динамические свойства которого изменяются во вре­мени. К таким объектам в сельскохозяйственном производстве можно отнести теплицы (с изменением возраста растений изменяется их мас­са), животноводческие помещения для откорма КРС, легкие мобиль­ные машины.
4. Выбирают систему управления по виду применяемой энергии (элек­трическая, пневматическая или гидравлическая) и в соответствии с этим останавливаются на группе промышленных приборов и средств автоматизации, на которой будут строится средства управления.
5. Выбирают систему по числу управляемых величин. При выборе мно­гомерной системы следует разобраться, должны ли входящие в нее одномерные системы быть связанными или несвязанными, можно ли их рассматривать как автономные.
6. Формулируют требования к качеству переходных процессов: дли­тельности, максимальному динамическому отклонению, колебатель­ности и т.д. Эти требования должны определяться технологией. Если такие требования сформулировать не удается, то систему в дальней­шем оптимизируют по интегральному показателю качества.
7. Формулируют требования к точности системы. Эти требования опре­деляются технологическим процессом. При повышенных требованиях к точности рекомендуется применять астатические системы. Надо помнить, что чрезмерное повышение точности может привести к по­тере устойчивости.

Следующим важным этапом является математическое описания объекта автоматизации.

Под математическим описанием (математической моделью) подразуме­вается совокупность уравнений и граничных условий, описывающих зависи­мость выходных величин от входных в установившемся и переходном режи­мах. В связи с этим различают математические модели двух классов:

* установившегося режима (статическая модель);
* переходного режима (динамическая модель).

Динамические модели имеют вид уравнений, описывающих изменение во времени выходных величин объектов в зависимости от изменения вход­ных. Эти уравнения, как правило, записывают в дифференциальной форме. Их частный случай — дифференциальные уравнения нулевого порядка (ал­гебраические уравнения) — описывают установившийся режим. Таким обра­зом, в общем случае математической моделью объекта автоматизации с т входными (U1 U2, ... , Um ) и п выходными координатами (у1, у2, ..., уп) назы­вают совокупность уравнений у = F( U; а), однозначно описывающих пове­дение величины у при заданных значениях U и а, где а — характеристика объекта автоматизации.

Математическая модель может быть получена аналитическим или экс­периментальным методом. В последнем случае она может быть детермини­рованной (выходная величина однозначно определяется входной) или стати­стической (входное воздействие носит случайный характер).

Дифференциальные уравнения простых объектов автоматизации можно составить, используя закономерность происходящих в них физических явле­ний. Такими закономерностями могут быть закон сохранения энергии (при управлении температурой), законы электротехники и т.д. Уравнения статиче­ских и переходных режимов составляют на базе уравнений балансов вещест­ва и энергии.

При составлении дифференциальных уравнений сложного объекта он должен быть расчленен на ряд простейших элементов, соединенных после­довательно. Для каждого из этих элементов составляют математическую мо­дель статики или динамики, а затем получают дифференциальное уравнение объекта, исключая промежуточные величины. Во многих случаях уравнения объектов нелинейны, и поэтому дифференциальные уравнения систем — то­же нелинейны и подлежат линеаризации. С целью упрощения задачи при аналитическом методе построения математической модели допускают опре­деленные упрощения (пренебрегают распределенностью параметров, исклю­чают некоторые неконтролируемые возмущающие воздействия и т.д.).

В качестве примера рассмотрим процесс вентиляции животноводческого помещения объемом V с содержанием диоксида углерода Со (%) при произ­водительности а (м3 /мин). Входная величина объекта — производительность вентиляторов, выходная — концентрация диоксида углерода в помещении.

Обозначим содержание диоксида углерода воздухе в момент времени t через x(%). Составим за промежуток времени dt (мин), прошедший от момен­та t , баланс диоксида углерода, содержащегося в помещении. За это время вентиляторы доставили в помещение количество воздуха, равное 0,01 Cadt.

Следовательно, всего за период dt количество диоксида углерода (м ) в воз­духе уменьшилось на dV=(0,01x- 0.01Со) adt.

Обозначив через dx процентное уменьшение количества диоксида угле­рода в воздухе, это же количество можно подсчитать по другой формуле:

dt = V0,01 dx

Приравнивая между собой оба выражения для dV, составляем диффе­ренциальное уравнение:

(0,01x - 0,01Са,)adt = V0.01 dx

Разделяя переменные, находим

adt/V = dx/(x – Са)

Чтобы получить такое простое уравнение, пришлось допустить, что кон­центрация диоксида углерода во всех частях помещения в каждый момент времени одинаковая, то есть чистый воздух смешивается с загрязненным практически мгновенно.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ САУ ( 45% от объема)

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ СХЕМ САУ ( 15% от объема)

На принципиальной схеме все элементы системы изображаются в соот­ветствии с условными обозначениями во взаимосвязи между собой. Из прин­ципиальной схемы должен быть ясен принцип ее действия и физическая при­рода протекающих в ней процессов. Принципиальные схемы могут быть электрическими, гидравлическими, пневматическими, кинематическими и комбинированными. Элементы принципиальных схем следует изображать в соответствии со стандартом. Изображение элементов должно соответство­вать выключенному состоянию (обесточенному, при отсутствии избыточного давления, вращающего момента и т.п.) всех цепей схемы и при отсутствии внешних воздействий. Схема должна быть логически последовательной и чи­таться слева направо и сверху вниз. Каждому элементу принципиальной схе­мы присваивают буквенно-цифровое обозначение. Буквенное обозначение обычно представляет собой сокращенное наименование элемента, а цифро­вое в порядке возрастания и в определенной последовательности условно по­казывает нумерацию элементов, считая слева направо и сверху вниз. Для сложных схем, как правило, расшифровывают сокращенные буквенные и цифровые обозначения.

В подавляющем большинстве случаев в современных САУ используется электрическая энергия. Причем электроэнергия присутствует и в силовых частях (для питания электронагревателей, осветительных приборов, электро­двигателей и др.), и в цепях управления (в релейно-контактных схемах, схе­мах на логических элементах, микропроцессорах). Поэтому в основном для иллюстрации работы САУ применяются принципиальные электрические схемы.

При разработке САУ технологическими процессами принципиальные электрические схемы обычно выполняют применительно к отдельным само­стоятельным установкам или участкам системы, например, изображают схе­му управления запорной задвижкой, схему дистанционного управления насо­сом, схему сигнализации уровня жидкости в резервуаре и т.д. На основании таких схем составляют полные электрические схемы, охватывающие ком­плекс установок или агрегатов и дающие полное представление о связях ме­жду всеми элементами устройств управления, блокировки, защиты и сигна­лизации. Примером схем такого вида может служить принципиальная элек­трическая схема управления водонапорной станцией, состоящей из основно­го насоса, измерителей уровня, схемы включения насоса, цепей контроля, сигнализации, а также блокировочных устройств, обеспечивающих отключе­ние питания при неполнофазном режиме и при отсутствии воды в скважине.

Разработка принципиальных электрических схем всегда содержит опре­деленные элементы творчества и требует умелого применения типовых функциональных узлов, оптимальной компоновки их в единую схему с уче­том удовлетворения предъявляемых к схемам требований, а также возможно­го упрощения и минимизации схем. В практике проектирования принципи­альных электрических схем наряду с требованиями обеспечения минималь­ных капитальных затрат, уменьшения сроков и стоимости монтажных работ, а также минимальных эксплуатационных расходов сформировались допол­нительные требования: схемы должны обеспечивать высокую надежность, простоту и экономичность, четкость функционирования при аварийных ре­жимах, удобство оперативной работы и удобство эксплуатации.

Принципиальные электрические схемы обычно разрабатывают в сле­дующей последовательности:

* 1. На основании функциональной схемы автоматизации технологическо­го процесса составляют четко сформулированные технические требо­вания, предъявляемые к электрической части.
  2. Применительно к сформулированным требованиям устанавливают ус­ловия и последовательность действия схемы.
  3. Каждое из заданных условий действия схемы изображают в виде тех или иных элементарных цепей, отвечающих данному условию дейст­вия.
  4. Элементарные цепи объединяют в одну общую схему.
  5. Производят выбор аппаратуры и электрический расчет параметров от­дельных элементов (сопротивлений обмоток реле, нагрузки контактов и т.п.).
  6. Схему корректируют в соответствии с возможностями принятой аппа­ратуры.
  7. Проверяют схему с точки зрения возможности возникновения ложных цепей или ее неправильной работы при повреждениях элементарных цепей или контактов.
  8. Рассматривают возможные вариантные решения и принимают окон­чательную схему применительно к имеющейся аппаратуре.

Все элементы на принципиальных электрических схемах изображают в виде условных графических обозначений. При этом допускается пропорцио­нальное увеличение или уменьшение размеров обозначений. Условные гра­фические обозначения в схемах выполняют совмещенным или разнесенным способом. При совмещенном способе составные части элементов изобража­ют на схеме в собранном виде, со всеми их катушками, контактами и други­ми частями. При этом соединения выполняют от аппарата к аппарату, а сами аппараты на схеме располагают таким образом, чтобы соединения получа­лись наиболее простыми и наглядными. При разнесенном способе условные графические обозначения составных частей элементов располагают в разных местах схемы таким образом, чтобы отдельные цепи изделия были изобра­жены наиболее наглядно. В этом случае принципиальная электрическая схе­ма состоит из ряда цепей, расположенных слева направо или сверху вниз в порядке последовательности действия отдельных элементов схемы во време­ни. Предпочтительно располагать отдельные цепи в горизонтальной строке, для того чтобы они читались слева направо, а вся схема в целом — сверху вниз, аналогично чтению текстового материала.

Все линии связи между аппаратами на принципиальных электрических схемах должны быть показаны по возможности полностью. Если их графиче­ское изображение затрудняет чтение схемы, то линии связи допускается об­рывать. Обрыв линии при этом заканчивается стрелками. Толщина линий электрической связи на схемах зависит от форматов схемы и размеров услов­ных графических обозначений и должна быть в пределахт 0,2.0,6 мм. Реко­мендуемая толщина линий электрической связи 0,3 .0,4 мм. Главные (сило­вые) цепи на чертежах принципиальных электрических схем обычно выпол­няют в развернутом виде в многолинейном изображении. Для наглядности силовые цепи и их элементы рекомендуется выделять более толстыми ли­ниями.

Схемы управления, регулирования, защиты, измерения и сигнализации должны выполняться с изображением всех фаз переменного тока или обоих полюсов постоянного тока. Элементы аппаратов, входящих в схему, следует соединять короткими, легко обозреваемыми линиями с возможно меньшим числом пересечений.

Катушки магнитных пускателей и реле желательно располагать по од­ной или нескольким вертикальным линиям при горизонтальном начертании отдельных цепей или по одной или нескольким горизонтальным линиям при вертикальном начертании. Контакты реле, переключателей и других аппара­тов также рекомендуется располагать по одной или нескольким вертикаль­ным иди горизонтальным линиям. Если электрическая схема не помещается по длине в пределах одной вертикальной колонки, то она может быть разме­щена в нескольких колонках.

При наличии в принципиальной электрической схеме однотипных це­пей допускается приводить первую, вторую и через разрыв в линии связи — последнюю, при этом необходимо учитывать цифровое обозначение опу­щенных цепей. К условному буквенно-цифровому обозначению элементов схемы, применяемой для нескольких агрегатов, слева добавляют цифру, со­ответствующую номеру агрегата или системы. Об этом обязательно делают отдельную запись в примечании (например, 1КМ5 обозначает пятый магнит­ный пускатель в схеме управления первым агрегатом). При наличии в схеме приборов, регулирующих процесс по определенному закону, в поясняющем тексте указывают значения настроечных параметров (коэффициент пропор­циональности, время изодрома, предварения и др.), а если эти параметры не­известны, то приводят их ориентировочные значения с указанием то го, что они подлежат уточнению при пусконаладочных работах.

Неразъемные соединения изображают на схеме темными точками диа­метром несколько большим, чем толщина линий, разъемные — светлыми точ­ками диаметром 1,5.. .2 мм.

Против каждой цепи управления с правой стороны (или внизу) схемы, на расстоянии 10.15 мм от линии питающего участка делают поясняющую надпись, оформленную в виде таблицы. Эти надписи должны быть краткими, четкими и пояснять назначение или наименование операции рабочего цикла с указанием его длительности, например: «Пуск агрегата витаминной муки АВМ», «Реле контроля состоявшегося пуска агрегата АВМ, 60 с». Над схе­мой управления указывают значения напряжения и род тока, который питает цепь управления.

Каждую цепь управления нумеруют. Номер цепи проставляют слева у линии питающего участка против нумеруемой линии сверху вниз и слева на­право. Под каждым контактом (или слева от него), управляемым реле, про­ставляют номер цепи, в которую оно включено. А в таблице поясняющих надписей в зоне наличия контактов проставляют номера цепей, в которые включены главные контакты реле.

Для всех электрических приборов и аппаратов, имеющих контактные системы, которые настраиваются и работают в зависимости от протекания технологического процесса или устанавливаемого режима, вычерчивают диа­граммы замыкания контактов. Над каждой диаграммой указывают наимено­вание аппарата или прибора. Например, «Диаграмма замыкания контактов универсального переключателя А1» или «Диаграмма замыкания контактов путевых выключателей...».

Каждому элементу принципиальных электрических схем присваивают условное позиционное обозначение, которое характеризует наименование аппарата или устройства и его функциональное назначение (двухбуквенный код по ГОСТ 2.710-81). Для маркировки рекомендуется применять следую­щие группы чисел:

* цепи управления, регулирования, измерения - основная группа 1.399,

резервная 1001.1399, 2001.2399 и т.д.;

* цепи сигнализации — основная 800.999, резервная 1400.1799, 2400.2799 и т.д.
* цепи питания — основная 800. 999, резервная 1800.1999, 2800 .2999

и т.д.

Информацию о примененной в принципиальной электрической схеме аппаратуре приводят в перечне аппаратуры, который помещают над основ­ной надписью и заполняют сверху вниз с разбивкой аппаратуры по признаку места установки ее, а именно: «щит насосной станции», «щит релейный», «аппаратура по месту». Внутри выделенной группы аппаратуру располагают по признакам функциональных групп, например: «аварийная сигнализация», «устройство мигающего света», «блок питания».

Одним из главных проектных документов САУ современными техноло­гическими процессами являются принципиальные электрические схемы пи­тания средств автоматики. Главное требование, предъявляемое к системам электропитания, — надежность (бесперебойность) обеспечения энергией, ка­чество электроэнергии, экономичность, удобство и безопасность обслужива­ния. В разрабатываемых САУ следует по возможности применять напряже­ния, принятые в распределительных сетях системы электроснабжения авто­матизируемого объекта. На зажимах электроприемников систем автоматиза­ции допускаются следующие отклонения напряжения (если нет других ука­заний):

* на зажимах контрольно-измерительных приборов, регулирующих уст­ройств и т.д. — не более ± 5% номинального;
* на зажимах электродвигателей исполнительных механизмов — от -5 до

+10%;

* на зажимах электроламп систем сигнализации — от -2,5% до +5%;
* на зажимах аппаратов управления (катушки реле, пускателей и т.д.) —

не более указанных заводами-изготовителями или при отсутствии ука­заний — от-5 до +10%;

Вопрос о необходимости резервирования в системе электропитания средств автоматики следует решать с учетом резервирования в системе элек­троснабжения объекта с соблюдением следующих положений:

* 1. Число независимых вводов к системам электропитания должно быть равно числу независимых вводов, питающих объект в целом. Если на объекте имеются потребители различных категорий, то электропри­емники системы электропитания средств автоматики относятся к по­требителям высшей категории.
  2. Пропускную способность каждой питающей линии системы электро­питания средств автоматики определять по стопроцентной нагрузке данной системы.
  3. Режим работы питающих линий системы электропитания средств ав­томатики применять таким же, каким является режим самого источ­ника питания.
  4. Предусматривать устройства автоматического ввода резерва непо­средственно в системах электропитания средств автоматики в случа­ях, когда питающие линии этих систем проложены в неблагоприят­ных условиях или имеются другие факторы, способствующие воз­никновению в них повреждений

В качестве источников питания управляющих устройств, как правило, используют распределительные щиты системы электроснабжения автомати­зируемого объекта. Источник питания должен иметь достаточную мощность и обеспечивать требуемое напряжение у электроприемников. Следует разде­лять питание двигательной нагрузки САУ и схем контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации. Если обеспечить перечисленные требо­вания невозможно, в схемах питания предусматривают специальные меры, например повышение, стабилизациию напряжения и т.д.

Схемы питания разрабатывают после того, как завершена разработка принципиальных схем управления и выбраны все необходимые элементы. Затем классифицируют блоки и элементы по роду тока и напряжению пита­ния. Все элементы разбивают на группы, требующие питания постоянным или переменным током, напряжением промышленной, повышенной или вы­сокой частоты, однофазным или трехфазным. Выделяют необходимые на­пряжения и требования к их стабильности.

В общем случае чертежи схем питания должны содержать:

* + 1. питающие сети;
    2. распределительные сети;
    3. аппаратуру коммутации источников питания и потребителей электро­энергии;
    4. аппаратуру защиты;
    5. преобразователи частоты;
    6. аппаратуру понижения (повышения), выпрямления и стабилизации напряжения;
    7. аппаратуру измерения и контроля;
    8. название потребителей;
    9. общие пояснения и приложения.

В последнее время на практике широкое применение нашел модульный принцип изготовления блоков питания. При этом собирают следующие мо­дули:

* модуль выпрямителей;
* модуль фильтров;
* модуль стабилизации напряжения;
* понижающий трансформатор;
* измерительную и управляющую аппаратуру.

Графический материал схемы питания располагают в левой стороне лис­та, а текстовый — в нижней части листа и справа. Схему блока питания вы­черчивают только в вертикальном изображении цепей, то есть вниз от пи­тающих линий до потребителей, под которыми располагают таблицу пояс­няющих надписей.

ВЫБОР И РАСЧЕТ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АВТОМАТИКИ

(10 % от объема)

При проектировании САУ сельскохозяйственными технологическими процессами необходимо использовать, как правило, серийно выпускаемые приборы, средства автоматики и микропроцессорную технику. Выбор аппа­ратуры управления, контроля, сигнализации, защиты и блокировки осущест­вляется по следующим условиям:

* выбранная аппаратура должна в полной мере удовлетворять функцио­

нальным требованиям и режиму управления (ручной, автоматиче­ский);

* номинальное напряжение, сила и род тока должны соответствовать расчетным значениям;
* число полюсов и порядок их включения, наличие блок-контактов и их

исполнение должны соответствовать расчетным;

* конструктивное исполнение аппаратов должно соответствовать усло­виям среды;
* защитные аппараты должны обеспечивать надежную защиту цепей управления и принцип селективности.

Исходя из перечисленных условий, составляется техническая характери­стика аппаратуры, а затем по каталогам выбирается соответствующий тип устройства, рекомендованного для использования в сельском хозяйстве. Тех­ническая характеристика на аппаратуру составляется на основании функцио­нальной схемы автоматизации технологического процесса и принципиальной электрической схемы. При этом должны быть приняты во внимание режимы работы технологического оборудования: нормальный, разгонный — выведе­ние на нормальный режим или остановка процесса, анормальный — наруше­ние нормального хода процесса, аварийный — при ошибочных действиях персонала или нарушении электроснабжения.

Например, терморегулятор в принципиальной схеме управления вытяж­ной вентиляцией «Климат-4» должен обеспечивать ступенчатое (с диффе­ренциалом 1... 5оС) включение и отключение трех групп вентиляторов на шкале температур от 10 до 20 оС. В случае прекращения теплоснабжения од­на группа вентиляторов должна продолжать работу независимо от темпера­туры. При пожаре вентиляция должна отключиться полностью и т.д.

Выбор аппаратуры на другое напряжение производится только в случае ограничения технических возможностей. При этом устройство или парамет­ры блока питания должны быть скорректированы. Род тока (постоянный, пе­ременный, одно- или трехфазный) выбирается так же, как и напряжение, по номиналам источника питания. Число полюсов коммутирующих аппаратов и порядок их работы определяются в результате подсчета количества подклю­ченных к ним функционально разделенных цепей прямого и инверсного по­рядка. Для многопозиционных переключателей результаты этого подсчета сводят в диаграмму. Характеристика среды дается для групп аппаратов, ус­танавливаемых в тех или иных местах или в шкафах. Приборы и аппараты, устанавливаемые по месту, подвергаются воздействию окружающей среды (вибрации, местных температурных полей, влаги и т.д.). Для шкафов прини­маются условия помещений, где они установлены, а для приборов и аппара­тов, установленных внутри шкафов, принимаются условия, соответствующие исполнению шкафов.

Охарактеризуем некоторые особенности по выбору и расчету наиболее распространенных технических средств.

Выбор контрольно-измерительных приборов

Помимо учета вышеперечисленных общих требований при выборе кон­трольно-измерительных приборов необходимо принимать во внимание усло­вия контроля и измерения, размеры и характер контролируемого объекта, расстояние между точкой измерения и вторичным прибором и механические воздействия. Кроме того, должны быть выдержаны требования по точности, чувствительности и инерционности, а также соблюдены условия охраны тру­да. Необходимо стремиться применять унифицированную аппаратуру (при­боры одной информационной системы, одного завода-изготовителя), что об­легчит обслуживание системы и позволит сократить количество запасных приборов и средств автоматики. При выборе контрольно-измерительных при­боров необходимо руководствоваться следующими метрологическими пока­зателями:

* для контроля и регулирования производственных процессов с высокой

степенью точности следует применять приборы класса точности 0,2 (по­грешность ± 0,2%) со стандартной шириной поля записи 250 мм;

* для измерения, регистрации и регулирования технологических процес­сов, допускающих применение приборов средней точности измерения и записи, необходимо использовать приборы класса точности 0,5 (по­грешность ± 0,5%) со стандартной шириной поля записи 160 мм;
* для мнемонических схем, пультов, а также контроля и сигнализации в системах автоматического управления, не требующих высокой точно­сти, рекомендуются приборы класса точности 1 (погрешность ±1%) с шириной поля записи 100 мм;
* шкалы показывающих и самопишущих приборов выбирают таким об­разом, чтобы характерные значения измеряемых величин укладывались во вторую половину или последнюю треть шкалы; в некоторых случаях допустимо использовать несколько приборов с разными шкалами для контроля одной и той же величины при разных режимах работы (на­пример, температуры теплоносителя в сушилках при разных режимах сушки продуктов).

При выборе контрольно-измерительных приборов необходимо учиты­вать их инерционность, которая должна быть значительно меньше инерцион­ности объекта:

τизм < (0,2...0,3) τ об и Тизм < (0,2...0,3) Тоб,

где τизм и τ об — величины чистого запаздывания контрольно - измерительного прибора и объекта соответственно;

Тизм и Тоб — постоянные времени контрольно-измерительного прибора и объекта соответственно.

Выбор регуляторов

В современных САУ сельскохозяйственными технологическими про­цессами находят применение регуляторы как непрерывного, так и позицион­ного действия.

Среди регуляторов непрерывного действия наибольшее распростране­ние получили пропорциональные (П-), интегральные (И-), пропорционально- интегральные или изодромные (ПИ-), пропорционально-дифференциальные (ПД-), а также пропорционально-интегрально-дифференциальные или изо- дромные с предварением (ПИД-) законы регулирования. На сегодняшний день известен целый ряд методик по выбору оптимальных регуляторов. Од­нако всех их объединяет необходимость предварительного математического описания объектов автоматизации и обязательность наличия информации о требуемых показателях качества управления.

Напомним, основными достоинствами П-регулятора являются быстро­действие и большой запас устойчивости процесса. Благодаря этим качествам регулятор можно использовать в тех случаях, когда в объекте отсутствует самовыравнивание и наблюдаются частые и резкие возмущающие воздейст­вия. В то же время П-регулятору присуще остаточное отклонение (статиче­ская ошибка), что снижает точность управления. К достоинствам И- регулятора следует отнести его точность, а также возможность использова­ния с объектами, в которых допускаются значительные колебания нагрузки. Недостаток

И-регулятора заключается в замедленности действия. В этой связи его реко­мендуется применять в объектах с самовыравниванием, небольшим запазды­ванием и допускающих хоть и значительные, но в то же время плавные и редкие колебания нагрузки. ПИ-регуляторы можно применять для объектов как с самовыравниванием, так и без него в тех случаях, когда необходима высокая точность регулирования при больших, но плавных изменениях нагрузки. ПД-регуляторы могут иметь либо прямое, либо обратное предваре­ние, то есть сигнал на выходе регулятора может соответственно либо опере­жать входной, либо отставать от него. ПД-регуляторы промышленность вы­пускает в виде специальных приставок, предназначенных для уменьшения колебаний и ускорения затуханий переходных процессов в САУ. Для объек­тов с большой постоянной времени рекомендуется применять блоки с пря­мым предварением, а для объектов с малой постоянной времени — с обрат­ным. ПИД-регуляторы рекомендуется применять на объектах, не допускаю­щих статической неравномерности. У таких объектов нагрузка меняется час­то и резко. При этом объекты могут иметь значительное запаздывание.

Выбранный закон регулирования, а следовательно, и регулятор должны обеспечить один из типовых переходных процессов. Однако в зависимости от значений параметров настройки регулятора количественные показатели режимов работы САУ могут быть разными. Поэтому следующим этапом проектирования является расчет коэффициента передачи, времени изодрома и времени предварения регулятора.

Характер переходного процесса нелинейных систем с позиционными ре­гуляторами определяется статической характеристикой релейного элемента, а также видом объекта (статический, астатический, с запаздыванием, без за­паздывания). Если в проектируемой САУ используется двухпозиционный ре­гулятор с гистерезисной статической характеристикой, а объект автоматиза­ции обладает инерционностью, то управляемая величина может начать изме­няться по периодическому закону. В этом случае в системе образуется авто­колебательный режим, параметры которого подлежат расчету. Чтобы повы­сить точность работы САУ, в контур регулирования вводят дифференци­рующие элементы, а релейный регулятор охватывают инерционной положи­тельной обратной связью. Сделать это можно следующим образом. Если в схеме имеется датчик, реагирующий на отклонение управляемой величины, то помимо него в схему включают датчик, реагирующий на скорость этого отклонения. Суммарный сигнал должен попасть в регулятор, и он срабатыва­ет с упреждением, компенсируя влияние запаздывания объекта.

Выбор датчиков

К датчикам САУ предъявляют следующие требования: линейность и од­нозначность статической характеристики (допускаемая нелинейность не должна превышать 0,1...3%), высокие чувствительность (крутизна) и разре­шающая способность, стабильность характеристик во времени, быстродейст­вие; устойчивость к химическим воздействиям контролируемой и окружаю­щей среды (первичные преобразователи заключены в защитные оболочки), высокая перегрузочная способность; взаимозаменяемость однотипных уст­ройств, минимальное обратное влияние на контролируемый параметр; удоб­ство монтажа и обслуживания.

Как правило, датчик выбирают в два этапа. На первом этапе определяют разновидность датчика по роду контролируемого параметра. На втором эта­пе, когда выбраны все элементы САУ, по каталогу находят типоразмер дат­чика. При этом датчик рекомендуется подбирать таким образом, чтобы изме­ряемая величина находилась в пределах 1/3...2/3 диапазона его измерения. Особое внимание необходимо обращать на быстродействие (инерционность) датчиков.

Выбор исполнительных механизмов

В сельскохозяйственном производстве наибольшее распространение по­лучили электрические исполнительные механизмы, которые подразделяются на электромагнитные (соленоидные приводы) и электродвигательные.

Соленоидные приводы управляют различными регулирующими и за­порными клапанами, вентилями и золотниками, работающими по дискретно­му принципу «открыто-закрыто». Их выбор сводится к расчету катушки электромагнита по напряжению и развиваемому тяговому усилию. Электр о- двигательные исполнительные механизмы подразделяют на одно- и много­оборотные К однооборотным относятся механизмы типа МЭОБ, МЭОК, ДР- М,

ДР-1М, ИМ-2/120, ИМТМ-4/2,5 и другие, а к многооборотным — механизмы вращательного действия типа МЭМ, двигатели постоянного тока типа МИ.СП, ДПМ, асинхронные двухфазные двигатели типа ДНД, АДТ, АДП и т.п. Если ход запорно-регулирующих органов прямолинейный, то применяют исполнительные механизмы типа МЭП.

Особенность однооборотных исполнительных механизмов заключается в том, что выходной вал проворачивается с постоянной скоростью на угол, не превышающий 360о . Так, например, для механизма типа МЭО-4/100 макси­мальный угол поворота выходного вала составляет 90 или 240о [10].

Электродвигательные исполнительные механизмы выбирают в зависи­мости от значения момента, необходимого для вращения поворотных засло­нок:

Мз = к/(Мр+МТ),

где к - коэффициент, учитывающий затяжку сальников и загрязненность

трубопровода, к = 2...3.

Мр - реактивный момент, обусловленный стремлением потока вещества

закрыть заслонку;

Мт - момент трения в опорах.

В свою очередь

Мр = 0,07 ∆РроDу3, где ∆Рро — перепад давления на заслонке (рекомендуется при расчете

принимать ∆Рро, равным избыточному давлению перед заслонкой);

Dy — диаметр заслонки.

Момент трения в опорах:

Мт = 0,785Dy Риrшλ,

где Ри — избыточное давление перед заслонкой;

rш — радиус шейки вала заслонки;

λ — коэффициент трения в опорах, λ=0,15.

Необходимо следить за тем, чтобы момент вращения на валу выбирае­мого исполнительного механизма был не меньше момента, необходимого для вращения заслонки.

Выбор регулирующих органов

По принципу воздействия на объект регулирующие органы подразделя­ются на дросселирующие и дозирующие. Так, при регулировании потоков га­за и жидкостей применяют различные дроссельные заслонки, клапаны, ши­беры и т.д., а при регулировании расхода сыпучих материалов — тарельчатые и скребковые питатели, секторные затворы, дозаторы и т.д. В зависимости от конструктивных особенностей каждый регулирующий орган можно опреде­лить тремя качественными показателями:

* пропускной способностью Кп;
* пропускной характеристикой, устанавливающей зависимость пропуск­

ной способности Kv от перемещения S затвора при постоянном пере­паде давления;

* расходной характеристикой (зависимостью в рабочих условиях отно­

сительного расхода m среды от степени открытия регулирующего ор­гана: µ = Q1/Qmax где Q1 — расход среды, при некотором положении регулирующего органа; Qmax — расход среды при полностью откры­том регулирующем органе)

При выборе регулирующего органа в первую очередь необходимо оце­нить его расходную характеристику, которая для большинства автоматиче­ских систем должна быть линейной и однозначной. Это требование опреде­ляется тем, что тангенс угла наклона касательной к расходной характеристи­ке равен коэффициенту передачи регулирующего органа.

Известно, что коэффициент передачи разомкнутой САУ можно предста­вить произведением:

Крс = КрКроК,

где Кр — коэффициент передачи регулятора;

Кро — коэффициент передачи регулирующего органа;

К — коэффициент передачи остальных элементов разомкнутой САУ.

При проектировании САУ регулятор подбирают с таким значением Кр, при котором Кро будет оптимальным. Компенсируя возмущение в системе, регулирующий орган будет занимать различные положения. Если его рас­ходная характеристика линейная, то Кро= const, и при всех режимах качество регулирования будет оптимальным. Если же расходная характеристика регу­лирующего органа нелинейная, то это требование выполняться не будет. В связи с этим особые требования предъявляются к кинематике сочленения ре­гулирующего органа с исполнительным механизмом. Ее подбирают такой,

чтобы компенсировать нелинейность расходной характеристики. Другой де­фект расходной характеристики регулирующего органа, который также не­обходимо учитывать при проектировании систем автоматики, — ее неодно­значность, носящая гистерезисный характер. Причиной этого являются зазо­ры. Допускается гистерезис с шириной петли не более 3.5 % рабочего хода регулирующего органа.

АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ САУ (10 % от объема)

В начале выполнения настоящего раздела необходимо сформулировать цель предстоящей работы. По существу, здесь возможны только два альтер­нативных варианта.

Во-первых, расчет может носить проверочный (или аналитический) ха­рактер, при котором на основе функциональной схемы САУ составляется ее структурная схема, а затем она подвергается всестороннему исследованию. Выбирая этот вариант, необходимо помнить, что анализ САУ на удовлетво­рение требованиям к устойчивости и качеству работы потребует наличия информации обо всех звеньях структурной схемы. При этом нужно знать не только функциональные назначения и особенности звеньев, но и их статиче­ские и динамические характеристики. И если статические характеристики могут быть представлены в виде графиков, то для задания динамических ха­рактеристик потребуются дифференциальные уравнения или передаточные функции.

Во-вторых, расчет может быть проектным (или синтетическим). При выполнении этого расчета необходимо располагать точной информацией только об одном звене системы — объекте автоматизации, а также уметь сформулировать требования к показателям качества проектируемой САУ. Далее, пользуясь одной из многочисленных методик, необходимо подобрать (рассчитать) математические описания управляющего устройства и его со­ставных частей. Завершается расчет выявлением оптимального закона управ­ления, реализуемого регулятором. Используя синтетический метод расчета, можно избежать риска получения негативного результата, который всегда имеется при аналитическом подходе.

Напомним основные этапы расчета.

Аналитический подход

Статические характеристики звеньев задаются графически. Здесь необ­ходимо обратить внимание на линейность этих характеристик. Если характе­ристики линейны, для их математического описания достаточно уравнений прямых или коэффициентов передачи. Если характеристики нелинейны, не­обходимо предпринять меры к их обоснованной линеаризации или смириться с нелинейностью и выбрать математический язык для их описания. Это могут быть z-, w-преобразования или другие математические языки. Если в системе имеются явно выраженные нелинейные звенья, а другие ее звенья обладают инерционностью, то в такой системе возможно образование автоколебаний. Тогда дальнейший расчет будет сводиться к анализу этих автоколебаний, то есть к определению их амплитуды и частоты. Здесь можно воспользоваться методом гармонической линеаризации, а для несложных типовых соче­таний характеристик линейных и нелинейных звеньев — готовой таблицей.

При известных передаточных функциях звеньев САУ и схеме их соеди­нения следует определить общее математическое описание системы (переда­точную функцию). Затем, построив логарифмическую частотную характери­стику или выделив характеристическое уравнение и воспользовавшись спе­циальными критериями, необходимо определить устойчивость САУ. При не­достижении устойчивости в результате первичного расчета можно попытать­ся получить желаемый результат параметрической коррекцией .

Достигнув устойчивости САУ, следует переходить к оценке качества ее работы. Здесь можно порекомендовать построение кривой переходного про­цесса с последующим определением соответствующих показателей . Оценку качества работы САУ можно произвести и по коэффициентам оши­бок в установившемся режиме, по скорости и по ускорению . И вновь при недостижении требуемых показателей необходимо прибегать к параметриче­ской или структурной коррекции.

Синтетический подход

Значения требуемых показателей качества работы САУ определяются из требований технологического процесса. Далее, зная передаточную функцию объекта автоматизации, подбирается передаточная функция оптимального управляющего устройства. Это можно сделать аналитически , задаваясь мерой глубины оптимизации. С целью упрощения выбора оптимального управляющего устройства для одноконтурной аналоговой САУ по известной передаточной функции объекта автоматизации и значениям допустимых ко­эффициентов ошибок можно воспользоваться готовой таблицей . Учиты­вая, что управляющее устройство состоит из ряда элементов (например, по­следовательно соединенных датчика, регулятора, исполнительного механиз­ма и регулирующего органа), полученный алгоритм управления необходимо привести к собственно регулятору:

Wрег.опт(Р)=Wуу.опт(Р)/Wдатч.(Р)Wи.м.(Р)Wр.о.(Р)

РАЗРАБОТКА ПУЛЬТОВ И ЩИТОВ УПРАВЛЕНИЯ. ВЫБОР ПРОВОДОВ И ПУСКО-ЗАЩИТНОЙ АППАРАТУРЫ (10% от объема)

Средства контроля, сигнализации и управления размещают в специаль­ных щитах и пультах, что позволяет не только сконцентрировать их в одном месте, но и предохранить от вредных воздействий. Аппаратуру в щитах и пультах размещают на поворотных рамах, устанавливаемых внутри и на фа­садных панелях.

При выборе типа щитов, пультов и места их установки следует руково­дствоваться следующим:

* панельные щиты предназначены для установки в в специальных щито­вых помещениях (диспетчерских, аппаратных и т п.) с доступом туда только обслуживающего персонала;
* шкафные щиты предназначены для установки непосредственно в про­изводственных помещениях;
* исполнение щитов и пультов, а также аппаратов и приборов, устанав­ливаемых на них, должно отвечать условиям окружающей среды про­изводственного или щитового помещения.

Для определения размеров щитов и пультов необходимо:

* уточнить вид, количество и размеры устанавливаемой в каждом щите (пульте) аппаратуры;
* распределить приборы, аппараты по монтажным панелям щита (пуль­та);
* составить схему размещения каждой монтажной панели с учетом пра­вил расположения приборов и аппаратов, а также монтажных проме­жутков;
* по максимальным размерам панелей выбрать требуемые размеры щи­та (пульта).

В настоящем разделе проекта необходимо провести детальный выбор (по схемам размещения по всем панелям) основного щита (пульта), а харак­теристики остальных щитов оформить в виде таблицы.

В проекте должна быть разработана следующая документация, обеспе­чивающая надежный монтаж:

* электрическая схема соединений (монтажная);
* электрическая схема рядов зажимов;

-таблица подключения проводок.

Электрическую схему соединений выполняют без масштаба для всех панелей и сторон щита (пульта), на которых расположены приборы, аппара­тура, средства автоматики и сборки зажимов. При этом отдельную панель ог­раничивают контуром, над которым приводят ее наименование и изображе­ние (например, «левая стенка», «вид с монтажной стороны» и т.д.). Внутри контура панели изображают контуры приборов и аппаратов, ряды зажимов, причем их взаимное расположение должно соответствовать расположению на щите (общий вид щита), а внутри контуров приборов показывают схемы внутренних соединений. Над каждым аппаратом в виде дроби записывают: в числителе — панельный номер аппарата, состоящий из сочетания номера монтажной единицы и порядкового номера аппарата в ее пределах, в знаме­нателе — позиционное обозначение аппарата по схеме соединений. Например: 02 08 / К16,

где 02 — номер монтажной единицы; 08 — порядковый номер аппарата в этой монтажное единице; К16 — позиционное обозначение аппарата.

Порядковый номер монтажной единицы в пределах одной панели (бло­ка) обозначают числом от 01 до 99 арабскими цифрами (если на панели толь­ко одна монтажная единица, то номер опускают). Номер монтажной единицы присваивают группе аппаратов (или одному аппарату), обозначенной на об­щем виде щита (пульта) единым контуром, а номер аппарата в монтажной группе показывают на соответствующей схеме подключения. Позиционное обозначение аппарата должно соответствовать обозначениям этого аппарата на функциональной и принципиальной схемах.

Сборкам зажимов присваивают буквенное обозначение ХТ и порядковый номер.

Соединение аппаратов между собой и со сборками зажимов выполняют, как правило, адресным способом:

* адрес для провода от ряда зажимов к аппарату составляют из номера зажима и позиционного обозначения аппарата, например, Х5К8;
* адрес провода от аппарата к ряду зажимов составляют из номера мон­тажной единицы, буквы Х, и номера зажима, например, 12 Х8;
* если все аппараты одной панели относятся к одной монтажной едини­це, то ее номер опускают - Х8, Х32;
* адрес для провода от зажима одного аппарата к зажиму другого со­ставляют из номера монтажной единицы, панельного номера и номера зажима другого аппарата, например 01 0541, если на панели располо­жена одна монтажная единица, то ее номер 0541;
* перемычки между зажимами аппарата показывают четкими сплошны­ми линиями с внешней стороны контура аппарата;
* допускается соединение между сигнальными лампами и табло, распо­ложенными рядом, изображать в виде перемычки;

адрес провода проставляют у его торца, а над ним помещают маркиро­вочный номер этого провода по принципиальной схеме.

Электрическую схему соединений рядов зажимов выполняют в виде от­дельного чертежа. Относительное расположение рядов на чертеже должно соответствовать их расположению на панели при виде со стороны монтажа. Необходимо указывать место расположения каждого ряда зажимов (левая боковина, правая боковина).

Таблицу подключения проводок схемы соединений выполняют также отдельным чертежом на листах формата А1. При их заполнении необходимо соблюдать следующие требования:

* для многосекционных щитов таблицу каждой секции выполнять с но­вого листа и начинать с заголовка «Секция №....»;
* в таблицах сначала записывать электрические проводки, а затем труб­ные;
* проводники записывать в пределах всего щита, как правило, по возрас­танию номеров маркировки цепей в принципиальной схеме.

Проводникам следует задавать наикратчайшие расстояния, учитывая расположение приборов и аппаратуры в щите в виде с внутренней стороны.

Схемы внешних соединений показывают, каким способом выполняют внешние соединения щитов, пультов, датчиков и исполнительных механиз­мов. Ими пользуются при монтаже проводок. На схеме внешних соединений в виде прямоугольников показывают щиты, пульты и исполнительные меха­низмы, а в виде кружков — двигатели и датчики. Электрические связи пока­зывают сплошными линиями толщиной 0,4.1,0 мм. На проводах показыва­ют номера провода или кабеля, марку, площадь сечения и длину. Как прави­ло, на том же чертеже показывают и схемы трубных проводок. На схемах внешних соединений приводят также перечень кабелей, проводов и труб. В перечень включают: кабельную продукцию, провода, компенсационные про­вода, бесшовные, газоводопроводные, медные, полиэтиленовые и резиновые трубы, металлорукава, соединительные коробки, запорную арматуру, мате­риалы и узлы устройств заземления.

Сечения проводников питающей и распределительной сетей выбирают по условиям нагрева электрическим током и механической прочности с по­следующей проверкой по потере напряжения. Сечения проводников на лю­бом участке сетей должны удовлетворять всем трем условиям. Кроме того, расчетный ток нагрузки проводов согласовывают с номинальным током за­щитного аппарата. Для линий, защищаемых только от коротких замыканий, допустимая кратность номинального тока или тока срабатывания защитного аппарата к длительно допустимому току проводок и кабелей должна быть не более:

* 3-кратной от номинального тока плавких вставок предохранителей;
* 4,5 -кратного тока уставки автоматического выключателя, имеющего

только электромагнитный расцепитель (отсечку);

* номинального тока расцепителя автоматического выключателя с нере­

гулируемой обратнозависимой характеристикой (независимо от нали­чия или отсутствия отсечки);

-1,5-кратного тока трогания расцепителя автоматического выключателя с регулируемой обратнозависимой от силы тока характеристикой.

Если в автоматическом выключателе есть отсечка, то ее кратность сра­батывания ограничивается.

Общий порядок выбора аппаратов защиты и сечений проводов и кабелей сводится к следующему:

* 1. определяют длительные и кратковременные расчетные токи линий

(например, при пуске электродвигателей);

* 1. выбирают защитные аппараты по значению расчетных токов;
  2. выбирают сечения проводников по расчетным токам линии и по усло­

виям соответствия выбранным аппаратам защиты;

* 1. проверяют, надежно ли действуют защитные аппараты при коротком

замыкании в наиболее удаленной точке сети;

* 1. проверяют, правильно ли выбраны провода и кабели по условиям ме­

ханической прочности (по минимально допустимому сечению), а ес­ли необходимо, то сечения проводов проверяют по допустимой по­тере напряжения.

Приведенные положения можно использовать при выборе сечений про­водов и кабелей, расположенных в обычных помещениях и установках. Для взрыво- и пожароопасных установок и помещений допустимая длительная токовая нагрузка проводников питающей и распределительной сети (за ис­ключением помещений и установок В-1б и В-1г) должна быть не менее:

* для проводников с резиновой и аналогичной по тепловым характери­

стикам изоляцией — 125% номинального тока плавкой вставки или тока уставки автоматического выключателя, имеющего только макси­мально действующий расцепитель; для этих же проводов — 100% тока трогания расцепителей автомата с регулируемой обратнозависимой от тока характеристикой;

* для кабелей с бумажной изоляцией — 100% номинального тока плавкой

вставки или тока уставки автомата с максимальным токовым расцепи- телем или 80% тока трогания расцепителей автомата с регулируемой обратнозависимой от тока характеристикой;

* для проводников всех марок — 100% номинального тока расцепителя

автомата с регулируемой обратнозависимой от тока характеристикой.

Кроме того, проводники ответвлений к короткозамкнутым электродви­гателям исполнительных механизмов должны иметь допустимую длитель­ную токовую нагрузку не менее 125% номинального тока электродвигателя.

В производственных помещениях проводники выполняют изолирован­ными проводами в защитных трубах, стальных коробах и каналах. Кабельные проводки прокладывают открыто на кабельных конструкциях, а также в стальных лотках, коробах и каналах. В наружных установках изолированные провода раскладывают в стальных коробах или трубах по конструкциям зда­ний и сооружений, технологическим и кабельным эстакадам. Для этих целей можно также использовать каналы, тоннели и коллекторы, проложенные для силовых кабелей.

Скрытые электропроводки систем автоматизации выполняют в исклю­чительных случаях, когда это диктуется требованиями архитектурного оформления зданий и помещений. Для электропроводок систем автоматиза­ции применяют алюминиевые и медные изолированные провода и кабели. Причем медные провода и кабели рекомендуется использовать лишь в спе­циальных случаях: в цепях термометров сопротивления и термопар, в цепях измерения, управления, контроля, питания и сигнализации напряжением до 60 В, во взрывоопасных установках, подверженных вибрации для электро­проводок в чердачных помещениях со сгораемыми конструкциями.

В помещениях классов В-1а, В-II, В-11а, В-11б и наружных установках класса В-1г электропроводки необходимо выполнять изолированными прово­дами в стальных защитных трубах или бронированными кабелями, прокла­дываемыми открыто по кабельным конструкциям, в стальных лотках или каналах.

Во взрывоопасных помещениях классов В-I и В-1а не допускается при­менять кабели с алюминиевой оболочкой.

В наружных установках и взрывоопасных помещениях допускается ис­пользовать провода и кабели с алюминиевыми жилами (за исключением по­мещений классов В-I и В-1а) при условии, что используются взрывозащи- щенные аппараты и приборы, позволяющие присоединять алюминиевые проводники. Минимально допустимые сечения жил проводов и кабелей элек­тропроводок систем автоматизации должны быть: в цепях напряжением 60 В

не менее 0,2 мм (диаметр 0,5 мм) для медных и 2,5 мм для алюминиевых

проводников, а в цепях напряжением свыше 60 В — не менее 1 мм для мед­ных и 2,5 мм для алюминиевых. Минимально допустимое сечение жил про­водов и кабелей электропроводок во взрыво- и пожароопасных установках

должно быть 1,5 мм для медных и 2,5 мм для алюминиевых проводников.

Электропроводки систем автоматизации разного назначения допускает­ся объединять в одной защитной трубе, в одном канале короба, в одном кабе­ле и в одном пучке проводов, проложенных в лотках. Совместная прокладка допускается при напряжениях до 440 В постоянного и 400 В переменного то­ка. Исключение составляют измерительные цепи приборов и средств автома­тизации, в которых при совместной прокладке возникают допустимые поме­хи, а также взаиморезервируемые цепи питания и управления и стационарно прокладываемые цепи питания электроинструмента и освещения щитов на­пряжением до 36 В, применение которого диктуется требованиями техники безопасности.

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ САУ. РАСЧЕТ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СИСТЕМЫ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА СЛУЖБЫ КИПиА

(6% от объема)

Процесс проектирования является наиболее важным этапом в обеспече­нии надежности создаваемых систем автоматического управления, поскольку именно на этом этапе закладываются основы бесперебойной работы обору­дования с заданными показателями. Для оценки надежности разработанной САУ необходимо знать:

* 1. типы элементов, входящих в управляющее устройство;
  2. схему соединения элементов устройства между собой;
  3. условия эксплуатации элементов САУ;
  4. количество элементов каждого типа;
  5. интенсивность отказов каждого элемента.

Выполнению расчетов предшествует составление следующей таблицы:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наимено- | Кол-во | Интенсив- | Коэфф., | Фактич. | Фактич. |
| п/п | вание | элемен- | ность от- | учитыва- | интенсив- | нтенсив- |
|  | элемента | тов | казов одно- | ющий | ность от- | ность |
|  |  |  | го элемента | условия | казов | отказов |
|  |  |  | х10-6 • ч1 | эксплуа- | одного | группы |
|  |  |  |  | тации | элемента | элемен- |
|  |  |  |  |  | х10-6 • ч1 | тов |
|  |  |  |  |  |  | х10-6 • ч1 |
|  |  |  |  |  |  |  |

Значения интенсивностей отказов отдельных элементов берутся из соот­ветствующих справочных таблиц.

Ниже приведена таблица со значениями интенсивностей отказов для наиболее распространенных элементов современных систем автоматизации технологических процессов.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Значение интен- |
| Наименование элемента | сивности отказов, х 10-6 • ч1 |
| Магнитный пускатель | 5,1 |
| Вводы, проходные изоляторы | 0,05 |
| Кабель | 0,02 |
| Конденсатор постоянный до 600 В | 0,2 |
| Конденсатор керамичекий | 0,1 |
| Конденсатор электролитический | 0,035 |
| Конденсатор бумажный | 0,025 |
| Выключатель | 0,1375 |
| Выключатель тепловой | 0,3 |
| Триод полупроводниковый | 0,5 |
| Диод полупроводниковый | 0,15 |
| Плавкий предохранитель | 0,5 |
| Электронагреватель | 0,7 |
| Лампа накаливания | 8,0 |
| Электрический счетчик | 1,375 |
| Электродвигатель переменного тока | 0,3 |
| Насос с электроприводом | 13,5 |
| Электромагнитное реле общего назначения | 0,5/к |
| Резистор постоянный пленочный | 0,03 |
| Резистор переменный проволочный | 0,13 |

|  |  |
| --- | --- |
| Соленоид | 0,06 |
| Выключатель конечный | 0,161 |
| Микровыключатель | 0,25/ц |
| Датчик | 15,0 |
| Трансформатор | 0,2 |
| Магнетрон | 150,0 |
| Источник мощности гидравлический | 6,1 |
| Задвижка (клапан) | 5,1 |
| Клапан давления | 5,6 |
| Клапан переключающий | 6,5 |
| Регулятор давления | 4,25 |
| Сильфон | 2,237 |

При определении схемы соединения элементов САУ между собой надо иметь в виду, что речь идет не о схеме их соединении в электротехническом плане, а о соединении с точки зрения логики работы. Следует ответить на вопрос: приводит ли выход из строя одного элемента к утрате работоспособ­ности всей схемы? В большинстве случаев приходится сталкиваться с после­довательным соединением элементов. Действительно, даже если допустить, что выход из строя какого-нибудь одного элемента не вызовет полную утрату работоспособности САУ, работа с заданными показателями окажется невоз­можной.

Исключение составляют схемы САУ, в которых предусмотрено явно выраженное дублирование функций.

Условия эксплуатации элементов САУ условно подразделяются на три категории, первая — нормальные, лабораторные условия; вторая — стацио- нарные производственные; третья — мобильные производственные. Для каж­дой категории установлено значение коэффициента Кусл. (1, 15 и 30 соответ­ственно).

Фактическая интенсивность отказов одного элемента САУ находится произведением

λфакт=куслλ

где λ — интенсивность отказов элемента, выписанная из таблицы.

Фактическая интенсивность отказов группы элементов определяется

так:

λфакт.гр.= λфактn

где п — количество элементов в группе, эксплуатирующейся при одинаковых условиях.

Фактическая интенсивность отказов всей системы получается суммиро­ванием:

b = λ∑ = ∑ λфакт.гр

Вероятность безотказной работы САУ следует определять в соответст­вии с выражением:

P(t)=e -ие,

где t — время эксплуатации САУ, для которого оценивается надежность, ч.

Величина t определяется цикличностью плановых ремонтов и техноло­гическими условиями. Например, для элементов автоматики в теплице она равна периоду вегетации растений, для животноводческих помещений — про­должительности стойлового периода. Ориентировочно можно рекомендовать t = 500 ч. для мобильных машин открытого грунта, t = 4000 ч. для САУ мик­роклиматом в животноводческих помещениях. Средняя наработка на отказ вычисляется так:

Т = 1/ λ∑

Это время должно быть по крайней мере больше, чем 10t.

Если расчетные характеристики надежности уступают требуемым, не­обходимо принять меры к их улучшению. Для этого можно рекомендовать следующее:

1. выявить наименее надежные элементы схемы и постараться заменить их эквивалентными по назначению и параметрам, но более надежны­ми;
2. разработать несколько вариантов принципиальных схем САУ и со­поставить их по надежности;
3. предусмотреть в проекте специальные устройства быстрого выявле­ния неисправностей;
4. повысить кратность технического обслуживания средств автоматики;
5. предусмотреть резервирование отдельных частей САУ.

Для обеспечения бесперебойной работы спроектированной САУ необ­ходимо обеспечить правильную эксплуатацию средств автоматики. Для этого необходимо:

* 1. определить трудоемкость обслуживания средств автоматизации, для чего определить условное число приборов;
  2. определить необходимую численность обслуживающего персонала (службу КИПиА), его квалификационный состав и задачи;
  3. определить потребное число запасных деталей и узлов;
  4. составить годовой график планово-предупредительных ремонтов средств автоматизации.

Условное число приборов:

Nуе= ∑ Nikti где Ni - число приборов i-й группы;

kti - коэффициент относительной трудоемкости прибора в i-й группе, который можно взять из нижеприведенной таблицы.

|  |  |
| --- | --- |
| Группы средств контроля и автоматизации | Значения коэф­фициента кт |
| Датчики и измерительные приборы: -простые (термопары, термометры, технические манометры, термометры сопротивления и т.п.) | 1,0 |

|  |  |
| --- | --- |
| -сложные (дифманометры, датчики ГСП, датчики с электрическим и пневматическим выходом) | 3,5 |
| Регуляторы прямого действия | 4,0 |
| Регуляторы непрямого действия сложные: электронные, пневматические, электромеханиче­ские, гидравлические | 6,0 |
| Вторичные приборы, регуляторы приборного типа (дифтрансформаторные приборы, мосты, потен­циометры) | 10,0 |
| Устройства контроля свойств, качества вещества (ph-метры, анализаторы, рефрактометры) | 15,0 |
| Исполнительные механизмы (клапаны, задвижки, пневмоприводы, электро и гидроприводы) | 3,0 |
| Вспомогательные устройства (редукторы, фильтры, индикаторы, задатчики, блоки питания и т.п.) | 0,5 |
| Электромагнитные реле, ключи управления, сиг­нальная арматура, кнопки и т.п. | 0,02 |

Численность персонала службы КИПиА определяется по отделениям эксплуатации и ремонта от объема выполняемых работ. Объем работ опреде­ляется нормами на периодичность проведения работ и нормами времени на выполнение этих работ. Следует учесть, что периодичность выполнения та­ких работ, как снятие и установка, пуск и наладка, равна периодичности вы­полнения капитального ремонта. Если при расчетах численность персонала определяется дробным числом, то его следует округлить в сторону увеличе­ния.

Квалификация обслуживающего персонала определяется разрядом работ на текущее обслуживание, ремонт, поверку, наладку и установку средств ав­томатики. В качестве исходных данных для расчета численности и квалифи­кации персонала службы КИПиА служит парк приборов.

При определении структуры службы КИПиА следует помнить, что чис­ло инженерно-технических работников (ИТР) определяется в зависимости от численности электромехаников и составляет 10...25% их общей численности. В число ИТР входят руководители службы и ее подразделений, сотрудники

групп автоматизации и учета, метролог и др. Отделение эксплуатации с пер­соналом 7 человек и более возглавляет мастер, с персоналом менее 7 человек — бригадир. Для первой категории службы КИПиА с персоналом 10.12 че­ловек может быть выделена группа автоматизации (1.2 человека), которая наряду с другими работами занимается вопросами развития автоматизации.

На предприятиях с парком приборов, требующих для обслуживания 4.7 человек, организуют лабораторию-мастерскую КИПиА, которая выпол­няет все функции по ежедневному обслуживанию и ремонту.

Для предупреждения выхода из строя аппаратуры организуют планово- предупредительные ремонты и профилактические мероприятия. Они вклю­чают в себя комплекс технического обслуживания:

* ежедневное техническое обслуживание, которое специально не плани­

руют и проводят ежедневно электромеханики отделения эксплуата­ции;

* периодическое техническое обслуживание — поверки, текущий и ка­

питальный ремонты, выполняемые согласно плану-графику, который составляют на основании существующих норм с учетом условий экс­плуатации.

При составлении этого графика обслуживания и ремонта необходимо обеспечить равномерную нагрузку электромехаников в течение всего года. Поскольку САУ функционируют круглосуточно и оборудование требует не­прерывного обслуживания, часть эксплуатационного персонала распределя­ется по сменам. Дневной эксплуатационный персонал, распределенный по цехам или участкам производства, выполняет мелкий ремонт и заправку при­боров в соответствии с графиком планово-предупредительного ремонта. Ос­новные работы по обслуживанию и профилактике обычно проводят в первую очередь В остальные смены назначают дежурного на крупный участок или на все предприятие.

В курсовом проекте следует привести почасовой график обслуживания средств автоматики для дневной смены обслуживающего персонала и формы журналов приема-передачи и обслуживания средств автоматики.

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ САУ

(6 % от объема)

Содержание этого раздела проекта должно согласовываться с материа­лом, изложенным при обосновании целесообразности автоматизации техно­логического процесса. Теперь наступает пора проверить правильность своих предположений об источниках эффективности автоматизации и доказать ре­зультативность работы с помощью общепринятых показателей.

Итак, автоматизацию можно считать эффективной, когда с ее внедрени­ем повышается производительность всего производства, сокращаются пря­мые и капитальные затраты, удешевляется продукция и улучшается ее каче­ство, облегчается труд человека, повышается культура труда. Для оценки экономической эффективности применяются различные показатели, наибо­лее важными из которых являются производительность труда, годовые экс­плуатационные издержки, срок окупаемости капитальных затрат и норма­тивный коэффициент экономической эффективности. Однако какими бы по­казателями мы не пользовались, три важнейших величины должны быть рас­считаны в обязательном порядке: капитальные затраты, эксплуатационные издержки и объем годовой валовой продукции. Причем эти величины долж­ны быть рассчитаны для двух вариантов. Первый из них является базовым, исходным, отражающим состояние производства до внедрения систем авто­матизации. Второй вариант, называемый также проектным, предусматривает реализацию проектных решений.

Капитальные затраты — одна из основных исходных расчетных величин, Они складываются из стоимости средств автоматики с учетом их доставки, монтажа и наладки, затрат на модернизацию действующей техники и техно­логии, стоимости строительства и реконструкции зданий в связи с внедрени­ем автоматизации, остаточной стоимости средств, подлежащих ликвидации при внедрении устройств автоматики за вычетом стоимости, полученной от реализации части ликвидируемых основных средств.

Годовые эксплуатационные издержки складываются в основном из амортизационных отчислений, отчислений на текущий ремонт, затрат на зар­плату обслуживающего персонала, стоимости электроэнергии, топлива и смазочных материалов и некоторых других годовых расходов.

Повышение производительности труда определяется либо количеством произведенной в единицу времени продукции, либо количеством времени, затраченного на производство единицы продукции. Повышение производи­тельности труда за счет средств автоматизации оценивают по уменьшению затрат труда:

∆P =(Рб - Рп)100/Рб,

и по годовой экономии труда:

Эт= (Рб – Рп)Qп

где Рб и Рп — затраты труда на единицу продукции или вид работы в базовом и проектном вариантах соответственно варианте; Qn — производство продукции за год в проектном варианте. Срок окупаемости капитальных затрат на автоматизацию определяется так

Т = (Кп – Кб) / ( Эб – Эп), где Кб и Кп — капитальные затраты базового и проектного варианта соответ­ственно;

Эб и Эп — годовые эксплуатационные издержки базового и проектного варианта соответственно.

Чем меньше срок окупаемости, тем эффективнее автоматизация. Расчет­ный срок окупаемости сравнивают с нормативным сроком окупаемости, ко­торый для сельскохозяйственного производства принят пяти годам.

Нормативный коэффициент экономической эффективности дополни­тельных капитальных вложений представляет собой обратную нормативному сроку окупаемости величину. Для сельского хозяйства он установлен равным 0,2.

Применение средств автоматизации повышает технологичность произ­водства за счет сокращения числа и времени простоев, применения наиболее прогрессивных способов производства, типизации и унификации технологи­ческих операций.

Эффективность автоматизации можно определить по приведенным или расчетным затратам, которые находят по следующей формуле:

ПЗ = Е Куд + Эуд,

где Е = 0,2;

Куд —удельные капитальные затраты проектного варианта;

Эуд — удельные годовые эксплуатационные издержки проектного вари­анта.

Наглядную картину об эффективности внедрения средств автоматизации дает показатель рентабельности производства:

Рент. = (Ц - С) 100/ С,

где Ц — оптовая цена реализации произведенной продукции;

С — себестоимость производства продукции.

Результаты анализа экономической эффективности САУ целесообразно свести в таблицу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ (2% от объема)

Заключительная часть проекта, по существу, представляет собой резюме по всем разделам проделанной работы. Здесь необходимо сформулировать основные технические решения, привести результаты анализа объекта авто­матизации и краткое описание наиболее существенных разработок.

Кроме того, в заключении следует изложить основные решения по про­ектированию нестандартных элементов, рекомендации по повышению на­дежности и ремонтопригодности, мероприятия по охране труда и технике безопасности, сообщить об источниках технико-экономической эффективно­сти.

После краткого резюме об основных проектных решениях необходимо сделать выводы о преимуществах и недостатках разработанной системы, со­поставить ее с базовым вариантом. На этом этапе следует отметить влияние автоматизации на производительность труда, затраты энергии, материалов и других ресурсов, отметить динамические свойства и прочие характеристики системы.

Здесь же необходимо оценить патентоспособность предложенной разра­ботки, дать рекомендации по изменению технологии, продемонстрировать социальный эффект автоматизации, ее влияние на условия и безопасность труда. Целесообразно закончить проект указаниями о перспективах даль­нейшей автоматизации, о возможности модернизации элементной базы и улучшения системы эксплуатации средств и систем автоматики.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ (1% от объема)

При работе с черновым вариантом текста расчетно-пояснительной за­писки во избежание лишних исправлений рекомендуется производить ссыл­ки на использованную литературу по мере необходимости карандашом. При этом можно не заботиться о приоритетном расположении литературных ис­точников. На завершающем этапе работы следует составить переводную таб­лицу, в которой каждому порядковому номеру в черновом варианте соответ­ствует новый номер, присвоенный в соответствии с общепринятыми приори­тетами. После составления переводной таблицы все карандашные ссылки на литературу в тексте расчетно-пояснительной записки необходимо заменить на новые.

Список использованной литературы должен начинаться с законодатель­ных источников, документов правительства РФ, опубликованных решений важных международных форумов. Далее в соответствии с алфавитным по­рядком фамилий авторов должны быть приведены наименования специаль­ных изданий (учебников, учебных пособий, монографий, периодических из­даний, патентной документации, отчетов о научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах, информационных изданий, переводов и подлинных зарубежных публикаций, диссертаций и авторефератов). В конце списка размещают нормативные материалы, справочные ведомственные ин­струкции, различные рекомендации, указания и т.п.

УКАЗАТЕЛЬ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Загинайлов В.И., Шеповалова Л.Н.

Основы автоматики.- М; Колос, 2001г.

2. Горошков Б.И.

Автоматическое управление; Учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования.-М:ИРПО; Изд.центр «Академия»;2003г

3. Шишмарёв В.Ю.

Автоматизация.-М.: Изд.центр «Академия»;2005г.

4. Воробьёв В.А., Каланников В.В.

Механизация и автоматизация.-М.:Колосс, 2004г

5. Бохан Н.И., Фурунджиев Р.И.

Основы автоматики и микропроцессорной техники.-М.: Ураджай, 1987г.

6. Бородин И.Ф., Судник Ю.А.

Автоматизация технологических процессов.- М.: Колос, 2004г.

7. Колесов Л.В.

Основы автоматики – М.: Колос, 1984г

8. Кирсанов В.В.

Механизация и автоматизация животноводства.- М.: Изд.центр «Академия»;2004г.

9. Шишмарёв В.Ю.

Автоматизация технологических процессов.- М.: Изд.центр «Академия»;2007г.

10. Шеповалов В.Д.

Средства автоматизации промышленного животноводства.- М.: Колос, 1981г.

11. Герасимович Л.С., Калинин Л.А.

Электрооборудование и автоматизация сельскохозяйственных агрегатов и установок.- М.: Колос, 1981г.

12. Кудрявцев И.Ф., Калинин Л.А.

Электрооборудование и автоматизация сельскохозяйственных агрегатов и установок.- М.: Агропромиздат, 1988г.

13. Дайнеко В.А.

Электрооборудование сельскохозяйственных предприятий.-М.:Минса: Новое издание, 2008г.

14. Каганов И.Л.

Курсовое и дипломное проектирование.- М.: Агропромиздат, 1990г.

15. Акимцев Ю.И., Веялис Б.С.

Электроснабжение сельского хозяйства.-М.: Колос, 1994г.

16. Сибикин Ю.Д.

Электроснабжение промышленных и гражданских зданий. – М.: Академия,2006г.

17. Соколова Е.М.

Электрическое и электромеханическое оборудование. Общепромышленные механизмы и бытовая техника.- М.: Мастерство, 2001г.