

МИНИСТЕРСТВО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ И
МОЛОДЁЖНОЙ ПОЛИТИКИ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СВЕРДЛОВСКОЙ
ОБЛАСТИ
Ирбитский аграрный техникум

Автоматизированные и роботизированные системы в АПК

Методические указания к выполнению курсового проекта для студентов
специальности «Электротехнические системы
в агропромышленном комплексе (АПК).»

2024

Методические указания к выполнению курсового проекта по МДК 01.02
«Автоматизированные и роботизированные системы в АПК».

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

Методические рекомендации составлены в соответствии с ФГОС СПО.

Автоматизированные и роботизированные системы в АПК. Методические указания разработаны для студентов по специальности «Электротехнические системы в агропромышленном комплексе (АПК)». 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
«__» _____ 2024г.

Протокол №
Председатель

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Курсовой проект по МДК 01.02 "Автоматизированные и роботизированные системы в АПК" является подготовительным этапом к выполнению дипломного проекта студентами по специальностям «Электротехнические системы в агропромышленном комплексе (АПК)».

В процессе выполнения курсового проекта у студентов систематизируются и закрепляются знания по технологическим процессам и их режимам, комплексной механизации и электрификации производства, средствам автоматизации 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 автоматизации 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.
8. Автоматизация процесса вождения трактора по проволоке.

9. Автоматизация управления движением культиватора.
10. Автоматизация процесса управления глубиной вспашки почвы плугом.
11. Автоматизация управления высотой среза кормовых трав на силосоуборочных комбайнах.
12. Автоматизация управления выравниванием остова зерноуборочного комбайна.
13. Автоматизация управления загрузкой молотилки зерноуборочного комбайна.
14. Автоматизация управления фрезой при обработке приствольных полос в садах.
15. Автоматизация управления температурой в парниках с почвенно-воздушным обогревом.
16. Автоматизация управления температурой в ангарных теплицах.
17. Автоматизация управления температурой в блочных теплицах.
18. Автоматизация управления концентрацией растворов минеральных удобрений.
19. Автоматизация управления вентиляцией в блочных теплицах.
20. Автоматизация управления температурой поливной воды в теплице.
21. Автоматизация управления поливом с помощью устройства УТ-12.
22. Автоматизация управления подкормкой углекислым газом и досвечиванием растений в теплицах.
23. Автоматизация овощехранилищ с использованием устройства ШАУ-АВ.
24. Автоматизация управления температурой в овощехранилище с помощью оборудования «Среда-1».
25. Автоматизация фруктохранилищ.
26. Автоматизация сортировки клубней картофеля.
27. Автоматизация сортировки плодов томата.
28. Автоматизация сортировки листьев табака.
29. Автоматизация процессов для приготовления травяной муки.
30. Автоматизация процесса гранулирования кормов.
31. Автоматизация процесса брикетирования кормов.
32. Автоматизация процесса приготовления комбикормов.
33. Автоматизация кормораздаточных поточных линий для КРС.
34. Автоматизация управления раздачей кормов платформенными кормораздатчиками.
35. Автоматизация процесса дозирования и смешивания концентратов на фермах КРС.
36. Автоматизация раздачи жидких кормов.
37. Автоматизация управления вытяжными вентиляционными установками «Климат-4» на основе станции ШАП-5701.
38. Автоматизация управления вытяжными вентиляционными установками «Климат-4» на основе станции МК-ВУЗ.
39. Автоматизация приточно-отопительной установки для животноводческих помещений.

40. Автоматизация управления калориферной установкой электроподогрева СФОА.
41. Автоматизация управления теплогенераторами типа ТГ-1,5 и ТГ-2,5.
42. Автоматизация установок местного обогрева животных ИКУФ-1.
43. Автоматизация линии уборки и погрузки навоза транспортерами типа ТСМ-9Б.
44. Автоматизация процесса пневматического транспортирования навоза.
45. Автоматизация доильной установки.
46. Автоматизация управления санобработкой вымени.
47. Автоматизация процесса управления линией кормления птиц.
48. Автоматизация управления вентиляцией птичников.
49. Автоматизация управления увлажнением воздуха в птичниках.
50. Автоматизация инкубаторов.
51. Автоматизация управления освещением в птичнике.
52. Автоматизация управления сбором яиц.
53. Автоматизация пометоуборочных установок.
54. Автоматизация облучения птиц на птицефабриках.
55. Автоматизация управления котельным оборудованием.
56. Автоматизация теплогенераторов для воздушного отопления и вентиляции производственных помещений.
57. Автоматизация электроводонагревательных установок.
58. Автоматизация управления электродным водогрейным и паровым котлами.
59. Автоматизация холодильных установок
60. Автоматизация управления башенными водонапорными установками.
61. Автоматизация управления безбашенной водонапорной станцией.
62. Автоматизация процесса перекачки сточных вод.
63. Автоматизация насосных станций для мелиорации.
64. Автоматизация систем сельскохозяйственного газоснабжения.
65. Автоматизация теплиц для выращивания грибов.
66. Автоматизация процессов восстановления деталей сельскохозяйственной техники.
67. Автоматизация процесса мойки сельскохозяйственных машин.
68. Автоматизация процесса пастеризации молока.
69. Автоматизация процессов переработки и консервации овощей.
70. Автоматизация линии ремонта сельскохозяйственной техники.

Рекомендуются также темы с практическим подтверждением в виде изготовления макетов, стендов и других изделий. В связи с техническим перевооружением предприятий АПК весьма актуальны темы модернизации электрооборудования конкретных установок.

Тематика может дополняться другими актуальными темами в соответствии со спецификой местных условий.

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки и

графической части.

Структура расчетно-пояснительной записки:

1. Титульный лист (приложение 1).
2. Задание на проектирование (приложение 1).
3. Содержание.
4. Остальные листы расчетно-пояснительной записки.
5. Литература.

Расчетная и текстовая части проекта выполняются на писчей бумаге формата А4 (210×297). Оформление должно соответствовать установленным требованиям (ГОСТ 2.105-95). При оформлении сложных таблиц, рисунков можно использовать более крупные форматы. Текстовые документы выполняются одним из следующих способов:

- машинописным (ГОСТ 13.1.002). Шрифт пишущей машинки должен быть четким, высотой не менее 2,5 мм, лента только черного цвета (полужирная);
- рукописным — чертежным шрифтом (ГОСТ 2.304) с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм. Цифры и буквы необходимо писать четко черной тушью;
- с применением печатающих и графических устройств ЭВМ (ГОСТ 2.004).

Вписывать в текстовые документы, изготовленные машинописным способом, отдельные слова, формулы, условные знаки (рукописным способом), а также выполнять иллюстрации следует черной пастой или тушью. Все листы, кроме титульного и бланка задания, должны иметь рамку и штамп, выполненные тем же цветом, что и текстовая часть. В разделе «Содержание» проекта — штамп формы 2. На остальных листах записки — штампы формы 2а. Все листы записки, начиная с «Содержания», должны иметь номер, шифр документа и другие записи в штампе (ГОСТ 2.104-68). Каждый раздел записки начинается с нового листа. Название раздела записывается прописными буквами (высота цифры — 3,5 мм). После названия раздела точка не ставится.

Текстовую часть раздела или его подразделов начинают с абзачным отступом, равным 15–17 мм (5 ударов пишущей машинки). Расстояние от рамки формы до границ текста в начале и в конце строк — не менее 3 мм. Расстояние от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней рамки должно быть не менее 10 мм. При ссылке в тексте на источник следует приводить его номер из списка используемой литературы в квадратных скобках; при необходимости указываются страницы источника, возможны ссылки на несколько источников, например: [4;7;86–87]; «в работах [9;11;15–18] приведено». Таблицы могут иметь наименование (заголовки) и номер с расположением его и слова «Таблица» над ее левым верхним углом: Таблица 1 или Таблица 4.1 (таблица 1 из раздела 4).

Все иллюстрации в тексте (схемы, графики, технические рисунки, фотографии и т. д.) именуются рисунками и имеют единую сквозную или по разделам нумерацию. Например: рисунок 1, рисунок 5 или рисунок 3.1. Образцы задания на проектирование и титульных листов для очной и заочной форм обучения даны в приложении 1. Объем пояснительной записки не должен быть менее 25 печатных страниц. Для уменьшения количества расчетно-пояснительной записки можно в разделах, имеющих большой объем однотипных расчетов, сводить результаты в таблицы. Перед таблицей приводится пример хотя бы одного расчета с необходимыми логическими выводами. Графическая часть проекта содержит 2 листа форматом А1.

СОСТАВ, ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

В состав расчетно-пояснительной записки входят следующие разделы:

Введение (порядковый номер не присваивается).

1. Анализ технологического процесса.
2. Обоснование целесообразности автоматизации процесса. Определение цели и задач проекта.
3. Обзор современных технических средств по автоматизации технологического процесса.
4. Обоснование принципа автоматизации технологического процесса. Составление функциональной схемы системы автоматического управления (САУ) и функциональной схемы автоматизации технологического процесса.
5. Проектирование САУ.
 - 5.1. Разработка принципиальных схем САУ.
 - 5.2. Выбор и расчет технических средств автоматики.
6. Оценка надежности работы САУ. Периодичность технического обслуживания системы.
7. Оценка экономической эффективности САУ.

Заключение (порядковый номер не присваивается).

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 электрическая 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 недостижимыми 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 про-

сто 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 приступить 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. Также, возможно отображение схемы технологического процесса с подробным описанием.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ САУ (45% от объема)

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ САУ (15% от объема)

На принципиальной электрической 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. 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 варианты 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 пределах 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 обзорваемыми 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 или 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 изодома, 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 $\pm 5\%$ 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, стабилизацию 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 функциональным 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 аппаратуру¹⁶ 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, аномальный — 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... 5°C) включение и отключение трех групп вентиляторов на шкале температур от 10 до 20 °С. 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 $\pm 0,2\%$) 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 $\pm 0,5\%$) 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 $\pm 1\%$) 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:

$$\tau_{\text{изм}} < (0,2...0,3) \tau_{\text{об}} \text{ и } T_{\text{изм}} < (0,2...0,3) T_{\text{об}},$$

где $\tau_{\text{изм}}$ и $\tau_{\text{об}}$ — величины чистого запаздывания контрольно-измерительного прибора и объекта соответственно;

$T_{\text{изм}}$ и $T_{\text{об}}$ — 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 изодромные 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. Электродвигательные 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 360° . Так, например, для механизма типа МЭО-4/100 максимальный угол поворота выходного вала составляет 90 или 240° [10].

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

$$M_z = \kappa / (M_p + M_T),$$

где κ - коэффициент, учитывающий затяжку сальников и загрязненность трубопровода, $\kappa = 2 \dots 3$.

M_p - реактивный момент, обусловленный стремлением потока вещества закрыть заслонку;

M_T - момент трения в опорах.

В свою очередь

$$M_p = 0,07 \Delta P_{po} D_y^3,$$

где ΔP_{po} — перепад давления на заслонке (рекомендуется при расчете принимать ΔP_{po} , равным избыточному давлению перед заслонкой);

D_y — диаметр заслонки.

Момент трения в опорах:

$$M_m = 0,785 D_y R_{и} \text{ пш } \lambda,$$

где $R_{и}$ — избыточное давление перед заслонкой;

$r_{и}$ — радиус шейки вала заслонки;

λ — коэффициент трения в опорах, $\lambda = 0,15$.

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 $K_{п}$;
- пропускной характеристикой, устанавливающей зависимость пропускной способности K_v от перемещения S затвора при постоянном перепаде давления;
- расходной характеристикой (зависимостью в рабочих условиях относительного расхода m среды от степени открытия регулирующего органа: $\mu = Q_l/Q_{max}$ где Q_l — расход среды, при некотором положении регулирующего органа; Q_{max} — 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:

$$K_{р с} = K_{р} K_{р о} K,$$

где $K_{р}$ — коэффициент передачи регулятора;

$K_{р о}$ — коэффициент передачи регулирующего органа;

K — коэффициент передачи остальных элементов разомкнутой САУ.

При проектировании САУ регулятор подбирают с таким значением $K_{р}$, при котором $K_{р о}$ будет оптимальным. Компенсируя возмущение в системе, регулирующий орган будет занимать различные положения. Если его расходная характеристика линейная, то $K_{р о} = const$, 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.

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ САУ. РАСЧЕТ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СИСТЕМЫ.

(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.

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.

Если 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 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 планируют и проводят ежедневно электромеханики отделения эксплуатации;
- периодическое техническое обслуживание — проверки, текущий и капитальный 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:

$$\Delta P = (P_6 - P_{п})100/P_6,$$

и по годовой экономии труда:

$$\mathcal{E}_T = (P_6 - P_{п})Q_{п}$$

где P_6 и $P_{п}$ — затраты труда на единицу продукции или вид работы в базовом и проектном вариантах соответственно в варианте; $Q_{п}$ — производство продукции

за год в проектном варианте. Срок окупаемости капитальных затрат на автоматизацию определяется так

$$T = (K_n - K_b) / (\text{Эб} - \text{Эп}),$$
 где K_b и K_n — 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:

$$ПЗ = E K_{уд} + \text{Э}_{уд}$$

где $E = 0,2$;

$K_{уд}$ — удельные капитальные затраты проектного варианта;

$\text{Э}_{уд}$ — удельные годовые эксплуатационные издержки проектного варианта.

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

$$Рент. = (\text{Ц} - \text{С}) 100 / \text{С},$$

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 ремонтпригодности, 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. ¹⁶

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.

Приложение 1

Задание на курсовое проектирование

Студент:

Тема:

Специальность: 35.02.08

Исходные данные к проекту

Расчетно-пояснительная записка

Введение (порядковый номер не присваивается).

8. Анализ технологического процесса.

9. Обоснование целесообразности автоматизации процесса. Определение цели и задач проекта.

10. Обзор современных технических средств по автоматизации технологического процесса.

11. Обоснование принципа автоматизации технологического процесса. Составление функциональной схемы системы автоматического управления (САУ) и функциональной схемы автоматизации технологического процесса.

12. Проектирование САУ.

12.1. Разработка принципиальных схем САУ.

12.2. Выбор и расчет технических средств автоматики.

13. Оценка надежности работы САУ. Периодичность технического обслуживания системы.

14. Оценка экономической эффективности САУ.

Заключение (порядковый номер не присваивается).

Список использованной литературы.

Графическая часть проекта

Лист 1. Технологическая схема установки.

Лист 2. Электрическая схема установки.

Подпись студента _____

Дата получения задания _____

Подпись руководителя _____

Рассмотрено на заседании цикловой комиссии электротехнических дисциплин

Протокол № _____

Председатель комиссии _____

Ирбитский аграрный техникум
РЕЦЕНЗИЯ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Студент _____

Специальность 35.02.08 _____ группа _____

Тема курсовой работы _____

*Краткое описание конструктивной части
работы:* _____

*Замечания и меры их
устранения:* _____

Оценка работы _____

Рецензию составил _____

Дата _____

2024 год

Содержание

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	КП 35.02.08			
Разраб.					18	Лит.	Лист	Листов
Провер.							2	
Реценз.						ГАПОУ СО ИАТ		
Н. Контр.								
Утверд.								

Министерство образования и молодёжной политики
Свердловской области

ГАПОУ СО ИРБИТСКИЙ АГРАРНЫЙ ТЕХНИКУМ

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

МДК 01.02 Системы автоматизации с-х организаций

Группа _____

Тема: _____

Проверил _____
Выполнил _____
Оценка _____
Дата _____

П. Зайково
20 г