

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.ДВ.01.01 Современная концепция создания мобильных энергетических средств

Направление подготовки (специальность) 35.04.06 Агроинженерия

Профиль подготовки (специализация) «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»

Форма обучения очная

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----------|
| 1. Методические указания по проведению практических занятий..... | 3 |
| 1.1 Практическое занятие № ПЗ-1 Основные направления создания инженерно-технических проектов МЭСЭтапы совершенствования технологических свойств МЭС..... | 4 |
| 1.2 Практическое занятие № ПЗ-2 Компоновка приводов наземных тягово-транспортных систем..... | 4 |
| 1.3 Практическое занятие № ПЗ-3Проектирование систем электроснабжения и обоснование режимов работы потребителей энергии МЭС..... | 7 |
| 1.4 Практическое занятие № ПЗ-4Проектирование систем автоматизированного контроля режимов работы ДВС..... | 8 |
| 1.5 Практическое занятие № ПЗ-5Системы управления движением МЭС при выполнении технологических операций..... | 10 |
| 1.6 Практическое занятие № ПЗ-6Проектирование систем управления приводом МЭС с комбинированной энергетической установкой..... | 15 |
| 1.7 Практическое занятие № ПЗ-7Роль микропроцессорных систем в развитии эксплуатационной технологичности МЭС..... | 18 |

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1.1 Практическое занятие №1 (2 часа).

Тема: «Основные направления создания инженерно-технических проектов МЭС»

1.1.1 Задание для работы:

1. Основные направления создания инженерно-технических проектов МЭС
2. Этапы совершенствования технологических свойств МЭС

1.1.2 Краткое описание проводимого занятия:

Инженерно-техническое проектирование является основной частью работ, исследований, изысканий, мероприятий подготовки к строительству или реконструкции объектов различного назначения, а также регулирует процессы строительства/реконструкции вплоть до ввода объекта в действие путем коррекции проектов инженерно-технического проектирования в случае форс-мажорных ситуаций по объективным причинам или по вине подрядчика, выполняющего строительство/реконструкцию объекта. По сути, инженерно-техническое проектирование формализует действия строительного подрядчика до мельчайших деталей, формируя практически все ответы на текущие и глобальные вопросы из чего делать, как именно, когда и в какие инвестиции обойдется каждый конкретный этап строительства заказчику и строительному подрядчику.

В целом инженерно-техническое проектирование это специфический вид деятельности профильных компаний и организаций, основанный на аналитических исследованиях, изысканиях, расчетах и имеющий конечной целью принятие оптимальных обоснованных технических, конструкторско-технических и дизайнерско-конструкторских решений, находящихся в правовом поле регулирующих нормативно-правовых актов. Однако из-за сложных причинно-следственных связей, появляющихся при строительстве/реконструкции объектов между владельцем, проектантом-подрядчиком, государством и заинтересованными собственниками смежных земельных участков, сетей инженерно-технического обеспечения и линейных объектов чаще всего инженерно-техническое проектирование выступает в роли симбиоза чисто инженерно-технических работ по разработке соответствующих проектов с мероприятиями по формированию и согласованию требуемых законодательством пакетов документов, исключающих возникновение правовых коллизий при вводе объекта и/или сетей инженерно-технического обеспечения в действие и во время эксплуатации по вине строительного подрядчика или проектной организации/компании. Поэтому инженерно-техническое проектирование должно осуществляться не просто лицензированной на этот вид деятельности профильной организацией/компанией, но и отслеживающей все последние изменения в федеральном, региональном и муниципальном законодательстве, не только произошедшие, но и перспективные, готовые к утверждению в период проведения строительства/реконструкции объекта.

Как общий вид деятельности профильных компаний и проектных организаций инженерно-техническое проектирование условно делят на:

- инженерно-техническое проектирование объектов производственного назначения вне зависимости от масштабов зданий, сооружений, строений, из расположения и права собственности;
- инженерно-техническое проектирование объектов непроизводственного назначения, в которые входят объекты жилого фонда, коммунального и социально-культурного назначения;
- инженерно-техническое проектирование линейных объектов – линий электропередач, магистральных и иных, пересекающих несколько территорий трубопроводов, железных дорог, метрополитенов, автомобильных магистралей и т.д.

Как правило, инженерно-техническое проектирование объектов производственного и непроизводственного назначения осуществляется на основе общих принципов и по одной

нормативно-правовой базе, инженерно-техническое проектирование линейных объектов имеет свою специфику, в большей степени обусловленную протяженностью магистралей и размещением на территориях разных собственников, как государственных в лице муниципальных или территориальных властей, так частных и смешанных видов собственности. Для любых объектов (производственного, непроизводственного назначения и линейных) инженерно-техническое проектирование может осуществляться по схеме одноэтапного строительства/реконструкции и с использованием поэтапного строительства/реконструкции и дифференциацией проекта и/или его частей по каждому конкретному этапу строительства или реконструкции.

Процесс внедрения автоматизированной системы управления производством – это серьезный процесс, который требует детального и обдуманного подхода. Известен факт, что внедрение систем MES-класса на небольших предприятиях и в начинающих компаниях не доставляет особых сложностей. Отсутствие истории, требующей конвертации в новый программный продукт, и опыта работы с применением автоматизированных систем не дает возможности оценить эффективность их использования на производстве. На крупных предприятиях ситуация противоположная: перенос необходимых данных и параллельное сопровождение внедряемого программного обеспечения требуют значительных временных и финансовых затрат.

Для эффективного внедрения системы управления производством можно использовать следующий алгоритм действий:

1. Проведите тщательный анализ производства и оцените возможную выгоду от внедрения автоматизированных систем. При этом необходимо ставить конкретные цели: снизить время простоя производственного оборудования в цехах, экономить ресурсы, сократить издержки, повысить качество выпускаемого продукта или увеличить производительность труда. Система управления производством может дать значимый эффект только при проведении грамотного анализа и расчете возможной выгоды.
2. Займитесь созданием рабочей группы, члены которой будут непосредственно заниматься внедрением системы на производстве. Рациональным решением будет включение в состав группы только тех сотрудников, которые имеют опыт работы в сфере информационных технологий и интересуются инновациями. Такими сотрудниками могут быть как менеджеры производственного предприятия, так и мастера производственных цехов, на которых будет внедряться MES-система. Члены рабочей группы должны быть заинтересованы в рациональном использовании оборудования и ресурсов, а также в повышении производительности производства.
3. Обязательно определите конкретные сроки внедрения системы. Желательно сначала на существующем производстве установить систему на небольшое количество станков (не более 10). Это позволит на практике проанализировать эффективность использования и внести коррективы в реализацию проекта в большом масштабе.
4. Обязательно подготовьте аргументацию внедрения системы для руководства предприятием и рассчитайте калькуляцию возврата средств, затраченных на реализацию проекта. Внедрение системы управления должно окупить себя и приносить прибыль.

1.2.3 Результаты и выводы: Изучили этапы совершенствования технологических свойств МЭС

1.3 Практическое занятие №2 (2 часа).

Тема: «Проектирование систем электроснабжения и обоснование режимов работы потребителей энергии МЭС»

1.3.1 Задание для работы:

1. Проектирование систем электроснабжения и обоснование режимов работы потребителей энергии МЭС

1.3.2 Краткое описание проводимого занятия:

1. Проектирование систем электроснабжения и обоснование режимов работы потребителей энергии МЭС

При проектировании на основании исходных данных – количественных характеристик и условий эксплуатации, необходимо обеспечить качественные характеристики СЭС.

Качественные характеристики СЭС – определяют работоспособность системы и характеризуются структурой и свойствами СЭС, а также условиями ее эксплуатации. Качественные характеристики в основном определяются требованиями к СЭС.

Количественные характеристики СЭС определяются количественными характеристиками ЭП их территориальным размещением и, как следствие, структурой СЭС.

Условия функционирования СЭС определяются влиянием условий окружающей природной среды, технико-технологическими и организационно-экономическими условиями.

В процессе эксплуатации СЭС необходимо рассматривать три возможных режима ее работы.

Нормальный режим СЭС – установившийся режим работы системы,

при котором обеспечивается бесперебойное снабжение потребителей электроэнергией в необходимом количестве и установленного качества и продолжающийся как угодно долго.

Аварийный режим СЭС – кратковременный переходный режим,

связанный с нарушением нормального режима и продолжающийся до отключения поврежденного элемента системы.

Послеаварийный режим СЭС – режим, в котором находится система в результате нарушения, и длящийся до восстановления нормального режима после локализации отказа.

Упрощенная структура систем электроснабжения. Электроснабжение – обеспечение потребителей электрической энергией.

Система электроснабжения (СЭС) – совокупность электроустановок,

предназначенных для обеспечения потребителей электрической энергией.

Границы СЭС определены вниз от границы раздела потребитель -

энергоснабжающая организация (граница балансовой принадлежности) до индивидуального электроприемника.

Упрощенная схема электроснабжения объекта включает:

источник питания (ИП);

линии электропередачи (ЛЭП), осуществляющих транспорт электрической энергии от ИП к предприятию;

пункта приема электрической энергии (ППЭ);

распределительные сети;

приемники электрической энергии (ЭП).

Систему электроснабжения предприятия можно условно разбить на 3 части: систему питания, систему распределения и систему потребления.

В качестве ИП могут быть:

- электрическая станция или подстанция энергосистемы;
- электрическая станция предприятия.

Собственная электростанция на предприятии строится в следующих случаях:

- при большом потреблении тепла;
- при размещении предприятия в удаленных районах, имеющих слабые электрические связи с энергосистемой;
- при наличии специальных требований к надежности электроснабжения;

При выборе ИП необходимо учитывать следующие факторы:

- признаки качества электроснабжения (надежность, напряжение, частота и допустимые пределы их отклонения);
- величину мощности и напряжения питания потребителей.

В качестве ППЭ может быть:

- подстанция глубокого ввода (ПГВ), служит, как правило, для питания локального объекта или мощного обособленного производства предприятия и находится в центре электрических нагрузок объекта (производства).

- главная понизительная подстанция (ГПП), служит для питания нескольких потребителей (объектов).

Схемы с одним ППЭ следует применять при отсутствии специальных требований к надежности питания ЭП и компактном их расположении на территории предприятия.

Схемы с двумя и более ППЭ следует применять:

- при наличии специальных требований к надежности электроснабжения;
- при наличии на предприятиях двух и более относительно мощных обособленных групп потребителей;
- вовсехслучаях, когда применение нескольких ППЭ целесообразно по экономическим соображениям;
- при поэтапном развитии предприятия, когда для питания вновь вводимых мощных узлов нагрузок в будущем целесообразно сооружение отдельного ППЭ.

Питание ППЭ при наличии ЭП первой категории осуществляется от двух независимых взаимно резервирующих источников питания. При этом питание ППЭ осуществляется по двум одноцепным воздушным линиям или по двум кабельным линиям, проложенным по разным трассам [2].

При выходе из строя одной линии оставшаяся в работе должна обеспечить питание всех ЭП первой категории, а также ЭП второй и третьей категорий, работа которых необходима для безаварийного функционирования основных производств технологического процесса предприятия.

Основные требования, предъявляемые к СЭС

Требования, предъявляемые к системе электроснабжения предприятий,

в основном, зависят от характера электрических нагрузок, особенностей технологии производства, климатических условий, загрязненности окружающей среды и других факторов.

Экономичность систем электроснабжения

Система электроснабжения удовлетворяет требованиям экономичности если затраты на ее создание, эксплуатацию и развитие должны быть минимальны или минимальный срок окупаемости.

Технико-экономический расчет (ТЭР) выполняется по предприятию в целом, так как основные доходы поступают от реализации продукции основного производства.

При выполнении учебных проектов экономические расчеты при проектировании СЭС предприятия ограничиваются сравнением технических решений. При сравнении вариантов необходимо, чтобы они были технически равноценны и экономически сопоставимы.

При равенстве показателей вариантов или незначительной разнице (5-

10 %) следует отдавать предпочтение тому варианту, у которого лучше качественные показатели, который более перспективен с точки зрения развития предприятия (например, с более гибкой и удобной в эксплуатации схемой, новейшим оборудованием и т.п.).

Надежность электроснабжения потребителей

Надежность любой системы – это ее свойство выполнять заданные функции в заданном объеме и требуемого качества при определенных условиях функционирования. Применительно к СЭС одной из основных функций является бесперебойное снабжение потребителей электроэнергией в необходимом количестве и установленного качества.

Надежность является сложным комплексным свойством и в зависимости от назначения объекта и условий функционирования может включать ряд единичных свойств (отдельно или в сочетании), основными из которых являются: сохраняемость, долговечность, безотказность, ремонтпригодность, режимная управляемость, устойчивость и живучесть.

Для характеристики надежности объектов энергетики определяются основные показатели надежности: параметр потока отказов, время восстановления, и вспомогательные – частота ремонтов и их продолжительность. Показатели надежности определяются для узла нагрузки главной схемы СЭС с учетом режима работы СЭС (нормальный, аварийный, послеаварийный).

Для определения оптимального уровня надежности электроснабжения потребителей необходимо знать величину ожидаемого годового ущерба при перерывах электроснабжения, который определяется особенностями технологического процесса с учетом частоты и длительности перерывов электроснабжения.

Основные способы повышения надежности СЭС:

- повышение надежности источников питания;
- повышение надежности отдельных элементов СЭС;
- уменьшение числа последовательно включенных элементов в СЭС;
- усовершенствование релейной защиты и автоматики СЭС;
- совершенствование системы технического обслуживания и ремонта электроустановок;
- повышение квалификации обслуживающего персонала.

Таким образом, повышение надежности СЭС является комплексной задачей, которая может быть решена на основе технологического и экономического анализа режимов СЭС, условий ее функционирования.

1.3.3 Результаты и выводы: Изучили проектирование систем электроснабжения и обоснование режимов работы потребителей энергии МЭС

1.4 Практическое занятие №3 (2 часа).

Тема: «Принципы создания систем управления для различных условий эксплуатации МЭС»

1.4.1 Задание для работы:

1. Принципы создания систем управления для различных условий эксплуатации МЭС

1.4.2 Краткое описание проводимого занятия:

1. Принципы создания систем управления для различных условий эксплуатации МЭС

В мировой практике для многих колесных машин (легковых и грузовых автомобилей различного назначения, тягачей, автобусов, прицепов) в том числе, для внедорожных машин, работающих в условиях лесоразработок, сельского хозяйства, на строительстве дорог и различных объектов, предусматривается большое количество размеров и типов шин: бескамерных, широкопрофильных и других.

Применение колес с пневматическими шинами на таких машинах позволяют амортизировать колебания машины, вызванные неровностями поверхности качения, и тем самым повысить скорости движения, значительно уменьшить деформацию грунтов под колесами (примерно на 50% по сравнению с металлическим колесом) и, следовательно, уменьшить расход топлива (примерно на 25%), повысить КПД.

Несмотря на то, что все тракторы, сельскохозяйственного и общего назначения, как и дорожно-строительные машины, работают обычно вне дорог, в относительно сходных условиях, шины для них делаются различные как по основным параметрам (грузоподъемность, размеры, а также допускаемые скорости движения), так и по рисунку протектора. Объясняется это тем, что все сельскохозяйственные тракторы и машины при движении по обрабатываемым полям не должны производить чрезмерного уплотнения почвы, так как это снижает урожайность.

Для землевозных машин, лесовозов и других грузовых автомобилей, работающих в условиях бездорожья, на коротких плечах со скоростью движения до 19,5 м/с (70 км/ч) рекомендуются обычные шины размером от 12,00-20 до 36,00-51 (первое число с двумя нулями обозначает ширину профиля шины, а второе число - диаметр обода колеса в дюймах) с нормой слойности корда от 14 до 58, допустимой нагрузкой от 15,7 до 350 кН при давлении воздуха в шине от 0,176 до 0,56 МПа. Для землевозных и землеройных машин при тех же условиях эксплуатации рекомендуются широкопрофильные шины размером от 20,5-25 до 37,5-51 (первое число с десятичной дробью обозначает ширину профиля шины, а второе число - диаметр обода колеса в дюймах) с нормой слойности корда от 12 до 14, допустимой нагрузкой от 32,5 до 222 кН при давлении воздуха в шинах от 0,176 до 0,386 МПа.

При ограничении скорости движения до 48 км/ч для тех же шин и давлении воздуха в шинах, допустимая нагрузка соответственно возрастает от 18,5 до 410 кН и от 39,2 до 268 кН.

Для тягачей, работающих в горных условиях и на лесных разработках со специально построенными дорогами с твердым покрытием при скоростях движения до 80 км/ч, рекомендуется типоразмерный ряд шин с металлическим кордом размером от 7,00-20 до 14,0-25 с нормой слойности корда от 10 до 18, допустимой нагрузкой от 8,4 до 43,2 кН при давлении воздуха в шинах от 0,281 до 0,668 МПа.

За рубежом для сельскохозяйственных тракторов и машин шины выпускаются в очень широком ассортименте, что соответствует широкой номенклатуре самих машин. Для ведущих колес сельскохозяйственных тракторов выпускаются шины размером от 7,50-16 до 28,1-26, рассчитанные на максимальную скорость 8,8 м/с (32 км/ч). Норма слойности корда для таких шин 4...6 и в отдельных случаях 8...12; грузоподъемность 3,6...40 кН при давлении воздуха в шинах 0,084...0,155 МПа и в отдельных случаях около 0,2 МПа.

Шины с регулируемым давлением позволяют во время движения изменять давление воздуха в них примерно с 0,35 до 0,05 МПа, в результате чего опорная площадь шины увеличивается в три-четыре раза, обеспечивая меньшую деформацию грунтов под колесами.

Арочные шины отличаются большой шириной профиля, их конструкция рассчитана на использование на обычных грузовых автомобилях; они устанавливаются на задний мост взамен сдвоенных колес. Низкое давление воздуха в арочных шинах (0,05...0,15 МПа) и достаточно высокие грунтозацепы обеспечивают хорошую проходимость автомобилей с колесной формулой 4х2 по мягким грунтам, песку, заболоченной местности. В то же время арочные шины не рассчитаны на длительную эксплуатацию по дорогам с твердым покрытием, т.к. наличие редких и высоких грунтозацепов приводит к значительным деформациям каркаса и к его разрушению.

В еще большей степени проходимость колесных машин по мягким грунтам увеличивается при применении пневмоклатков, имеющих давление воздуха 0,01...0,035 МПа и значительно большую ширину профиля. Но пневмоклатки могут применяться только на специально приспособленных к ним машинах.

Отечественными стандартами регламентируются основные параметры и технические требования к шинам.

1.4.3 Результаты и выводы:

1. Изучили принципы создания систем управления для различных условий эксплуатации МЭС

1.5 Практическое занятие №4 (2 часа).

Тема: «Проектирование систем автоматизированного контроля режимов работы ДВС»

1.5.1 Задание для работы:

1. Проектирование систем автоматизированного контроля режимов работы ДВС

1.5.2 Краткое описание проводимого занятия:

1. Проектирование систем автоматизированного контроля режимов работы ДВС

В задачах динамики свойство жесткости (упругости) часто приписывается материалам и предметам, которые в действительности этим свойством не обладают или оно проявляется в очень узком диапазоне изменения сил и деформаций. В значительной степени это относится и ко многим грунтам (почвам). В таких случаях понятие "жесткость" имеет весьма условное значение, определяя величину усилия, которое нужно приложить к деформатору, действующему на данный предмет, чтобы деформатор переместился (или углубился) на единицу длины.

При взаимодействии колеса с грунтом таким деформатором является катящееся колесо. Глубину колеи, которую образует при качении колесо с жестким ободом, можно определить по формуле Горячкина-Грандвуане:

$$h = 0,01 k^{\frac{2}{3}} \sqrt[3]{\frac{G^2}{b^2 D_k}} \quad (14.1)$$

здесь: k - коэффициент деформативности, $\text{м}^3/\text{МН}$;
 G - вертикальная нагрузка на колесо, Н;
 b и D_k - ширина обода и диаметр колеса, м.

С учетом этого выражения опорная жесткость системы "колесо-грунт", равная отношению нагрузки на колесо G к глубине h образуемой им колеи, определяется по формуле

$$h = 100^3 \sqrt[3]{\frac{G b^2 D_k}{k^2}}, \quad (14.2)$$

При качении колеса с пневматической шиной нормальная нагрузка, действующая на колесо, вызывает радиальную деформацию шины и вертикальную деформацию: поверхности качения (грунта).

Радиальная деформация шины в первом приближении может быть определена по формуле:

$$\delta_r = 0,15 \frac{G}{p} \frac{1}{10^4} \sqrt{\frac{1+10,2p}{b D_k}}, \quad (14.3)$$

де: p - давление воздуха в шине, МПа;
 b и D_k - ширина и диаметр шины, м;
 G - нормальная нагрузка на колесо, Н.

Тогда радиальная жесткость шины: $c_r = \frac{G}{\delta_r}$.

Глубина колеи, образованная при качении колеса с пневматической шиной, приближенно можно определить по формуле:

$$h = 0,5 k^{\frac{2}{3}} \frac{1}{10^2} \sqrt[3]{\frac{G^2 (1+10,2p)}{b^2 D_k}} \quad (14.4)$$

Тогда опорная жесткость грунта для рассматриваемого случая определяется отношением:

$$c_{\text{сп}} = \frac{G}{h}.$$

Приведенная жесткость системы "колесо (пневматик)-поверхность качения" будет равна:

$$c_{ш} = \frac{c_r c_{оп}}{c_{оп} + c_r} = \frac{c_r}{1 + \frac{h}{\delta_r}} \quad (14.5)$$

В табл. 14.1 приведены расчетные значения жесткости $c_{ш}$ для шины 15.00-20,0.

Таблица 14.1. Жесткость системы "пневматик-поверхность качения", $c_{ш}$, кН/м

| Поверхность качения | Давление воздуха в шине, МПа | | | | | |
|------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0,098 | 0,147 | 0,196 | 0,245 | 0,294 | 0,344 |
| Асфальт | 313,3 | 421,8 | 515,0 | 598,4 | 667,1 | 735 |
| Плотный грунт (стерня) | 272,1 | 347,3 | 402,2 | 446,4 | 475,8 | 505,2 |
| Свежевспаханное поле | 210,9 | 247,2 | 269,8 | 284,5 | 294,3 | 304,1 |

Опорная жесткость шины данного типоразмера, характеризующая шину как упругую систему при статическом нагружении, зависит, как видим от твердости поверхности качения и от давления воздуха в шине.

Для гусеничных движителей вертикальная деформация грунта под гусеницами зависит от силы их натяжения S_H на опорном участке, ширины гусениц $b_{гус}$ и от нормальной нагрузки Q_k , воспринимаемой соответствующим опорным катком:

$$h = (0,3...0,5) k^{\frac{1}{2}} \frac{Q_k}{\sqrt{b_{гус} S_H}}, \quad (14.6)$$

здесь большие значения h соответствуют расположению опорного катка гусеничного движителя над шарниром гусеницы, а меньшие значения - расположению катка над одним из звеньев гусеничной цепи.

По отношению Q_k / h можно определить опорную жесткость системы "гусеница-опорная поверхность":

$$c_{оп} = \frac{\sqrt{b_{гус} S_H}}{(0,3...0,5) k^{\frac{1}{2}}} \quad (14.7)$$

1.5.3 Результаты и выводы: Изучили проектирование систем автоматизированного контроля режимов работы ДВС

1.6 Практическое занятие №5 (2 часа).

Тема: «Системы управления движением МЭС при выполнении технологических операций»

1.6.1 Задание для работы:

1. Системы управления движением МЭС при выполнении технологических операций

1.6.2 Краткое описание проводимого занятия:

1. Системы управления движением МЭС при выполнении технологических операций

MES - это автоматизированная система управления производственной деятельностью предприятия, которая в режиме реального времени:

- планирует;
- оптимизирует;
- контролирует;
- документирует производственные процессы от начала формирования заказа до выпуска готовой продукции.

Основные функции MES

Системы MES определяются как совокупность программных функций, отличающихся от функций систем планирования ресурсов предприятия (ERP), автоматизированного проектирования и программирования (CAD/CAM) и автоматизированных систем управления технологическим процессом (АСУТП).

Ассоциация MESA определила 11 основных функций MES:

- | | |
|---|--|
| 1. Контроль состояния и распределение ресурсов (RAS). | Эта функциональность MES-систем обеспечивает управление ресурсами производства (машинами, инструментальными средствами, методиками работ, материалами, оборудованием) и другими объектами, например, документами о порядке выполнения каждой производственной операции. В рамках этой функции описывается детальная история ресурсов и гарантируется правильность настройки оборудования в производственном процессе, а также отслеживается состояние оборудования в режиме реального времени. |
| 2. Оперативное/Детальное планирование (ODS). | Эта функция обеспечивает оперативное и детальное планирование работы, основанное на приоритетах, атрибутах, характеристиках и свойствах конкретного вида продукции, а также детально и оптимально вычисляет загрузку оборудования при работе конкретной смены. |
| 3. Диспетчеризация производства (DPU). | Обеспечивает текущий мониторинг и диспетчеризацию процесса производства, отслеживая выполнение операций, занятость оборудования и людей, выполнение заказов, объемов, партий и контролирует в реальном времени выполнение работ в соответствии с планом. В режиме реального времени отслеживаются все происходящие изменения и вносятся корректировки в план цеха. |
| 4. Управление документами (DOC). | Контролирует содержание и прохождение документов, которые должны сопровождать выпускаемое изделие, включая инструкции и нормативы работ, способы выполнения, чертежи, процедуры стандартных операций, программы |

обработки деталей, записи партий продукции, сообщения о технических изменениях, передачу информации от смены к смене, а также обеспечивает возможность вести плановую и отчетную цеховую документацию. Предусматривается архивирование информации.

5. Сбор и хранение данных (DCA). Эта функция обеспечивает информационное взаимодействие различных производственных подсистем для получения, накопления и передачи технологических и управляющих данных, циркулирующих в производственной среде предприятия. Данные о ходе производства могут вводиться как вручную персоналом, так и автоматически с заданной периодичностью из АСУТП или непосредственно с производственных линий.
6. Управление персоналом (LM) Предоставляет информацию о персонале с заданной периодичностью, включая отчеты о времени и присутствии на рабочем месте, слежение за соответствием сертификации, а также возможность учитывать и контролировать основные, дополнительные и совмещаемые обязанности персонала, такие как выполнение подготовительных операций, расширение зоны работы.
7. Управление качеством продукции (QM) Предоставляет данные измерений о качестве продукции, в том числе и в режиме реального времени, собранные с производственного уровня, обеспечивая должный контроль качества и заостряя внимание на критических точках. Может предложить действия по исправлению ситуации в данной точке на основе анализа корреляционных зависимостей и статистических данных причинно-следственных связей контролируемых событий.
8. Управление производственными процессами (PM) Отслеживает заданный производственный процесс, а также автоматически вносит корректировку или предлагает соответствующее решение оператору для исправления или повышения качества текущих работ.
9. Управление производственными фондами (техобслуживание) (MM) Поддержка процесса технического обслуживания, планового и оперативного ремонта производственного и технологического оборудования и инструментов в течение всего производственного процесса.
10. Отслеживание истории продукта (PTG) Предоставляет информацию о том, где и в каком порядке велась работа с данной продукцией. Информация о состоянии может включать в себя: отчет о персонале, работающем с этим видом продукции, компоненты продукции, материалы от поставщика, партию, серийный номер, текущие условия производства, несоответствия установленным нормам, индивидуальный технологический паспорт изделия.
11. Анализ производительности (PA) Предоставляет отчеты о реальных результатах производственных операций, а также сравнивает с предыдущими и ожидаемыми результатами. Представленные отчеты могут включать в себя такие измерения, как использование ресурсов, наличие ресурсов, время цикла производственного ресурса, соответствие плану, стандартам и другие.

На рис.1 представлено одиннадцать функций MES-системы и ее взаимосвязь с другими системами предприятия. Глубина связи между компонентами определяется типом

продукции и производственными потребностями.



Рис.1 Функциональная модель MES

Взаимодействие MES с другими системами

Система управления производством - это связующее звено между ориентированными на хозяйственные операции ERP-системами, системами планирования цепочки поставок и деятельностью в реальном масштабе времени на уровне производства.

Некоторые функции MES в определенной степени перекрываются с другими системами, которые, в свою очередь, перекрываются между собой (рис.2). Степень их перекрытия зависит от конкретной задачи, вида отрасли и способа реализации системы.

| | |
|---------------------|---|
| MES | Система управления производством |
| SSM | Система управления сбытом и обслуживанием |
| SCM | Система управления цепочкой поставок |
| ERP | Система планирования ресурсов производства |
| P/PE | Система проектирование производственных процессов и продукции |
| Industrial (АСУ ТП) | PLC, распределенные системы управления, средства автоматики |

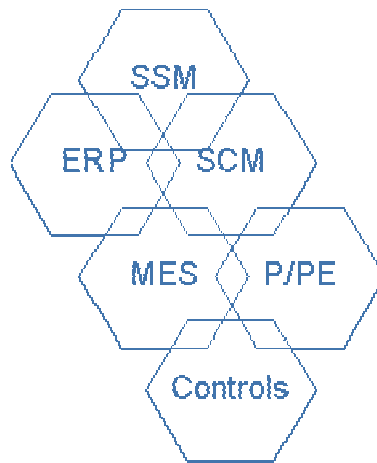


Рис.2 Взаимосвязь MES с другими системами предприятия

Так, и в MES, и в системе управления сетью поставок есть календарное планирование; функции управления трудовыми ресурсами имеются в MES, в системе управления сбытом и обслуживанием и в подсистеме управления кадрами системы планирования производства; документооборот контролируется и MES, и системой проектирования процессов и продукции; управление технологическими процессами осуществляется как MES, так и устройствами автоматизации.

Основное отличие MES от других систем

Одно из главных отличий систем MES от ERP - это управление производственными процессами в реальном времени, т.е. осуществление "ежеминутного" контроля состояния производственного процесса.

Информационная деятельность производственного предприятия заключается главным образом в переработке информации больших объемов, которая, как правило, не является критической ни с точки зрения времени обработки, ни с точки зрения техники безопасности. Десятиминутное опоздание обработки заказа для бизнеса существенной роли не играет.

Однако существует весьма ощутимая разница между требованиями к управлению информацией предприятия и требованиями к оперативному управлению производственными процессами. Очень часто время реакции на событие характеризуется жесткими временными соотношениями (задержка в 10 мс может послужить причиной поломки оборудования и сбоя процесса) и требованиями к технике безопасности.

Кроме того, MES заполняет и другие пробелы, свойственные ERP-системам на производственном уровне. К такому выводу приходят руководители все большего числа предприятий.

Повышение качества требует внедрения MES

Некоторые предприятия испытывают огромные трудности, сталкиваясь с такими распространенными в производстве явлениями, как возврат продукции, задержки выполнения заказов, отмена заказов в связи с низким качеством материалов, слишком большие сроки анализа причин дефектов и т.д. Для предприятий с интегрированной MES-системой все это может стать источником получения конкурентного преимущества. Объяснение весьма простое: своевременная информация - это своевременное и правильное решение.

Обеспечение высокой точности информации требует сбора данных непосредственно в момент возникновения события и как можно ближе к источнику. Чаще всего допускаются ошибки при выполнении простых и рутинных операций по вводу данных. Автоматы выполняют повторяющиеся и нетворческие операции значительно более эффективно, чем люди. Другим словами, для повышения качества производственной информации необходимо автоматизировать ввод данных в информационные системы. Имея более качественную информацию, вы можете принимать более обоснованные управленческие решения. Более того, благодаря автоматизации процесса накопления информации у руководителей производства появляется больше времени на анализ и повышение эффективности производственного процесса.

Таким образом, MES-система представляет всю необходимую и достоверную информацию нужным людям в нужное время. Любой работник организации может получить хранящиеся в различных базах данных сведения, касающиеся качества продукции, ее производства и проектирования. Также MES-система позволяет операторам запрашивать информацию и из баз данных других отделов. В целом, MES дает службе контроля качества возможность и средства более эффективно организовывать работу внутренних и внешних потребителей и предоставлять им больший объем данных.

MES и управление документацией

В полнофункциональной MES-системе обязательно имеются средств контроля и управления документами. Утверждение и исправление документов осуществляется посредством электронных записей о конструктивных изменениях. Оформление изменений в проектной документации в виде бумажных документов практикуется с непамятных времен. За прошедшее десятилетие объем документов, рассылаемых производственным и сборочным подразделениям, значительно возрос. Все они, как и проектные чертежи, создаются электронными системами типа CAD/CAM (CAIP), текстовых процессоров, электронных таблиц, средств обработки графических изображений и создания форм и т.д.

В MES осуществляется строгий контроль версий каждого документа, который может быть связан с конкретными деталями, обрабатывающими центрами, технологической операцией, нарядом на работу и производимым продуктом. Благодаря этому оператор оборудования или сборщик всегда будет работать с самой последней версией документа и не сможет использовать устаревшую. MES обеспечивает также управление и регулирующие качество продукции документами типа руководств, актов обследования, отчетов о корректирующих действиях, планов, гарантийных документов, технологических спецификаций, сертификатов поставщика и т.д.

MES и сбор данных

В сегодняшних производственных системах используется очень много устройств, накапливающих данные: считыватели штрих-кодов, сканеры, операторские панели, электронные контрольно-измерительные приборы и т.д. Как правило, для каждой внедряемой системы пользователи приобретают свой набор соответствующих устройств. Например, для корпоративных систем планирования производства чаще всего покупаются считыватели штрих-кодов, позволяющие собирать информацию, связанную с выполнением наряд-заказов. Обычно они расставляются в основных точках производственного цеха и используются для регистрации начала и окончания работы операторов и сборочных рабочих.

В основном системы считывания штрих-кодов применяются для сбора информации, связанной с производственной деятельностью. Производители часто приобретают отдельные системы для накопления сведений о качестве продукции. Как правило, работа заключается в создании, заполнении и распространении различных формуляров. Хотя

большинство таких систем и могут быть включены в состав вычислительной сети, значительная их доля представляет собой автономные компьютеры с ручным вводом данных.

MES-система позволяет заменить все эти обременительные ручные операции электронным накоплением производственных данных, которые могут быть переданы руководству цеха, администрации предприятия или инженерным службам.

Результаты внедрения MES

Вот только некоторые из преимуществ, которые, с точки зрения повышения эффективности производственных процессов, обеспечило внедрение MES:

- Значительное сокращение длительности простоев обрабатывающих центров и повышение общей производительности,
- Контролируемость производственного процесса и формирование генеалогии продукта на основе реальных производственных данных;
- Устранение операций ручной регистрации данных в цеху и ввода данных в систему планирования производства, что позволяет значительно улучшить их точность и структурированность,
- Интегрирование данных о качестве продукции, сведений о серии и производственной информации с автоматической их привязкой к готовому изделию,
- Своевременное представление полной и точной информации о состоянии производства и запасах сырья (типа сведений о составе или ведомостей материалов) производственному персоналу, обеспечивающее повышение эффективности его работы,
- Предоставление службам управления качеством, запасами и производством различной оперативной информации типа производственных сводок, данных о загрузке и простоях оборудования, объемах готовой продукции, брака, сведений о составах и данных о потреблении ингредиентов.

1.6.3 Результаты и выводы: Изучили системы управления движением МЭС при выполнении технологических операций

1.7 Практическое занятие №6 (2 часа).

Тема: «Проектирование систем управления приводом МЭС с комбинированной энергетической установкой»

1.7.1 Задание для работы:

1. Проектирование систем управления приводом МЭС с комбинированной энергетической установкой

1.7.2 Краткое описание проводимого занятия:

1. Проектирование систем управления приводом МЭС с комбинированной энергетической установкой

Международная ассоциация производителей и пользователей систем управления производством (MESA International) определила в 1994 году модель MESA-11, а в 2004 году модель c-MES, которые дополняют модели и стандарты управления производством и производственной деятельностью, сформировавшиеся за последние десятилетия:

1. Стандарт ISA-95, «Интеграция систем управления предприятием и технологическим процессом» («Enterprise-ControlSystemIntegration»), который определяет единый интерфейс взаимодействия уровней управления производством и компанией и рабочие процессы производственной деятельности отдельного предприятия.
2. Стандарт ISA-88, «Управление периодическим производством» («BatchControl»), который определяет технологии управления периодическим производством, иерархию рецептов, производственные данные.
3. Сообщество Открытых Приложений (OpenApplicationsGroup, OAG): некоммерческое промышленное сообщество, имеющее своей целью продвижение концепции функциональной совместимости между бизнес-приложениями и разработку стандартов бизнес-языков для достижения указанной цели.
4. Модель процессов цепочки поставок (Supply-ChainOperationsReference, SCOR): референтная модель для управления процессами цепочки поставок, связывающая деятельность поставщика и заказчика. Модель SCOR описывает бизнес-процессы для всех фаз выполнения требований заказчика. Раздел SCOR «Изготовление» («Make») посвящён, в основном, производству.

одульное решение Proficy от GE Fanuc, предлагаемое компанией ТЕХНОЛИНК, является одним из лидеров решений класса MES - ManufacturingExecutiveSystems и предназначено для управления производством, сбора статистических данных о выполнении производственных заказов, контроля расходования всех производственных и рабочих ресурсов, необходимых сырья и материалов, а также для анализа эффективности и загрузки производственного оборудования.

Одной из стратегических особенностей системы Proficy является способность сделать прозрачными все уровни деятельности предприятия за счет предоставления одной сквозной системы, охватывающей все предприятие, - от производственных участков и цехов до высшего руководства.



Бесшовная интеграция:

Proficy позволяет легко интегрировать данные, полученные из заводских цехов, с ключевыми процессами управления предприятием, за счет чего повышается **видимость и доступность информации** во всей цепи снабжения.

On-line информация:

При помощи системы **Proficy** в любой момент времени можно оценить **состояние основных производственных ресурсов**: материалов, рабочей силы и оборудования. Кроме того, **Proficy** позволяет в любой момент времени получить **информацию о состоянии производственного заказа и сроках** его выполнения.

Повышение эффективности производства:

Благодаря использованию **Proficy** сокращается общее время производственного цикла, начиная от поступления заказа до его выполнения. Система позволяет в масштабе реального времени осуществлять **контроль производительности оборудования, фиксировать фактические расходы** сырья и материалов, необходимые для производства той или иной детали, и оперативно вносить изменения в технологический процесс для улучшения результатов.

Контроль качества продукции:

Proficy обеспечивает возможность сбора и регистрации **данных о качестве** производимой продукции. Использование **Proficy** дает возможность **контроля над соблюдением необходимых норм, требований и стандартов**.

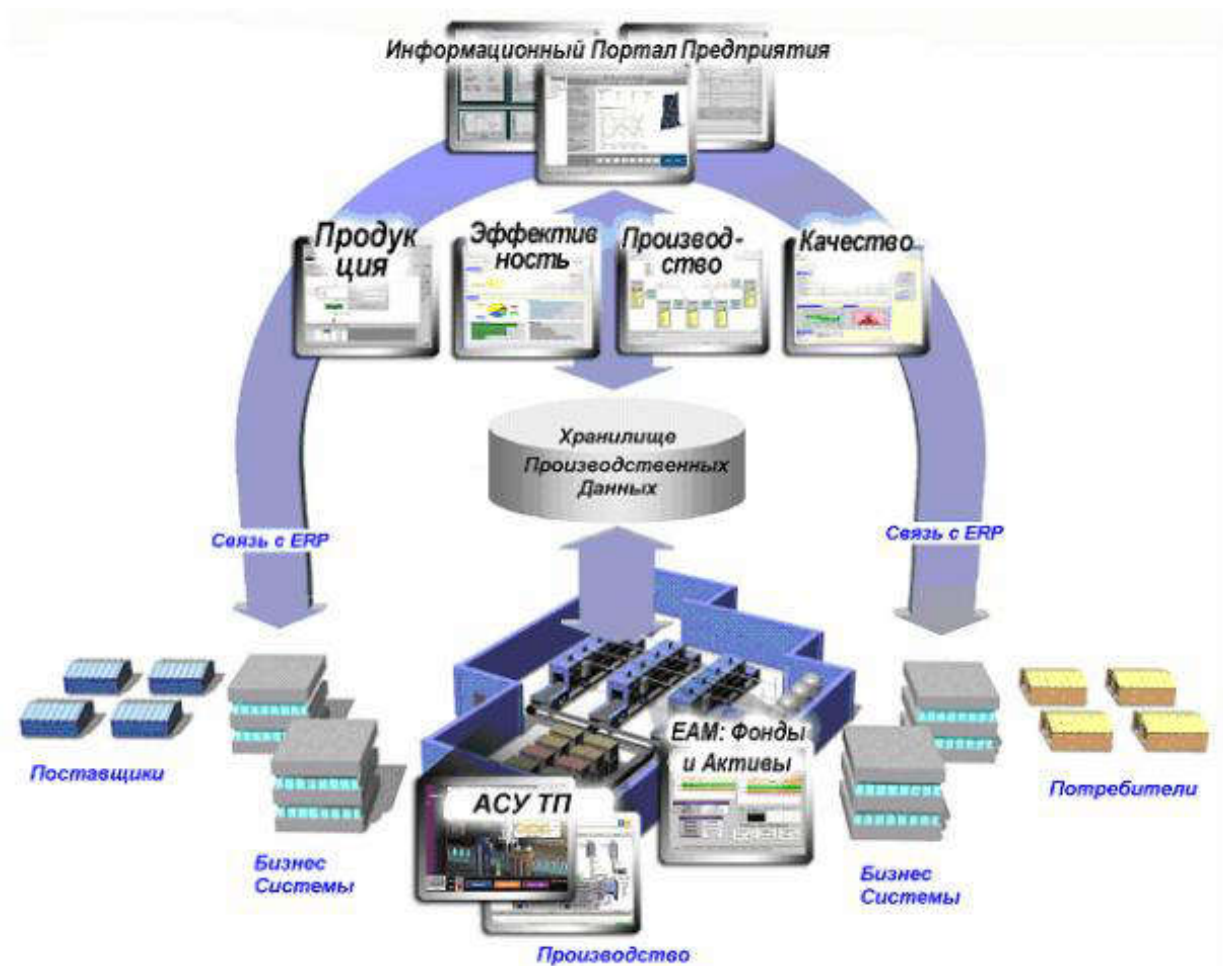
Хранение данных:

Все данные, поступающие в систему **Proficy**, **хранятся в едином специальном архиве** и при необходимости могут быть легко извлечены для дальнейшей обработки и сравнения.

Принципиальная структура системы представлена ниже на рисунке.

Proficy состоит из следующих основных компонентов:

- Общезаводское хранилище производственных данных (ProficyHistorian);
- Серверприложений (Proficy Plant Applications);
- Информационный портал реального времени (Proficy RTIP);
- Система управления материальными активами предприятия (Proficy EAM);
- Клиентские рабочие станции пользователей (на базе MS InternetExplorer).



Принципиальная структура MES-системы на базе Proficy

Historian - это исторический архив масштаба предприятия, который обеспечивает сбор, хранение, обработку и предоставление больших объемов производственной информации с различных систем автоматизации. Основными достоинствами пакета являются простота настройки и использования, высокая производительность, а также масштабируемость решения. Historian обеспечивает оптимальное соотношение "цена/качество" для большинства применений.

На сервере приложений **PlantApplications** выполняются основные модули, реализующие расчеты согласно заложенных в них моделей получения продукции и производственного процесса. Модули могут быть установлены все или частично в зависимости от поставленной задачи. Сервер PlantApplications взаимодействует с сервером данных истории. Это могут быть такие системы как Historian (GE Fanuc), PI (OSISoft), IP.21 (AspenTech), PHD (Honeywell), InSQL (Wonderware), RSSQL (Rockwell) или SQL-совместимый сервер, а также сервер, предоставляющий данные по OPC-HDA. PlantApplications является клиент-серверным приложением, где сервер служит базой для работы модулей системы. Каждый из модулей осуществляет несколько типичных функций MES-системы.

RTIP - это порталная веб-система, которая обеспечивает самые современные возможности по анализу, подготовке отчетов и визуализации. Будучи веб-клиентом всего семейства продуктов компании GE Fanuc, а также других систем, работающих на уровне предприятия, RTIP сводит воедино все технологические и оперативные данные. Приложение представляет и анализирует эти данные так, что решения могут приниматься

в режиме реального времени на основании всей имеющейся информации.

PROFICY EAM - программная система, позволяющая отследить жизненный цикл оборудования на предприятии. Главная функциональность - паспортизация оборудования и организация ТОРО.

В обязательном порядке имеет в своем составе модули, управляющие обслуживающим персоналом, финансами, а также отношениями с фирмами-изготовителями оборудования и фирмами, выполняющими ремонтные работы. Главная задача системы - минимизация затрат на обслуживание оборудования путем перехода предприятия от ремонтов "по-времени" к ремонтам "по-состоянию".

1.7.3 Результаты и выводы: Изучили проектирование систем управления приводом МЭС с комбинированной энергетической установкой

1.8 Практическое занятие №7 (2 часа).

Тема: «Роль микропроцессорных систем в развитии эксплуатационной технологичности МЭС»

1.8.1 Задание для работы:

1. Роль микропроцессорных систем в развитии эксплуатационной технологичности МЭС

1.8.2 Краткое описание проводимого занятия:

1. Роль микропроцессорных систем в развитии эксплуатационной технологичности МЭС

Что такое MES решения (ManufacturingExecutionSystem) знают многие – это системы управления производственным предприятием на уровне цехов. И если стоит задача автоматизации управления производственного предприятия на внутрицеховом уровне на базе 1С Предприятия, то как правило ищут именно 1С MES решение. При этом упускается один очень важный фактор – для какого именно типа производственного предприятия это MES решение предназначено.

Производственные предприятия условно можно разбить на несколько типов – дискретные, проектные, непрерывные. Различия в процессах каждого из этого типов предприятий настолько существенны, что например, попытка внедрить на проектном предприятии 1С MES систему предназначенную для дискретного производства, приведет к провалу. И такое происходит – поскольку разработчики позиционируют свои 1С MES решения довольно расплывчато «MES система для производственного предприятия», и, из этого посыла делается вывод что оно подойдет для любого предприятия. В этом и кроется ошибка.

В этой статье мы, достаточно подробно, рассмотрим в чем же заключаются принципиальные отличия проектных производств от дискретных, рассмотрим насколько разнятся требования, которые предъявляют к функционалу 1С MES систем процессы проектных и дискретных производств. Докажем, что MES система разработанная для

дискретного производства никак не может решать задачи проектного и наоборот, MES решение для проектного никак не подойдет для дискретного. Непрерывные производства, сознательно опускаем т.к. там своя специфика, но уверены, что и там должны применяться соответствующие специализированные системы.

Дабы избежать терминологической путаницы, поскольку различные источники по-разному трактуют термины дискретного и проектного производств, приведем небольшие пояснения.

Дискретные производства: дискретным будем считать производство неких серийных изделий, про которые нам заранее все известно – точный перечень и нормы расхода необходимых для производства изделия материалов, последовательность и взаимосвязь технологических операций, перечень необходимого оборудования, нормы трудоемкости выполняемых операций и требуемые людские ресурсы. Такого рода производства хорошо поддаются автоматизации имеющимися на рынке 1С MES решениями.

Проектные производства: являются несерийные производства, на начальном этапе которого известны только требования к готовому изделию, и очень укрупненно технологические операции по его достижению. Ярким примером проектных производств являются крупные ремонтные предприятия и предприятия, выпускающие штучные сложные инженерные изделия. Очевидно, что на начальных производственных этапах известны только требования к итоговому изделию. Точный перечень и нормы расходов материалов, полная технологическая карта, трудоёмкость работ и т.п. заранее неизвестны. Уточнение, нормировка и формирование технологических операций происходит в процессе выполнения конкретного заказа на производство. Это в свою очередь, означает что номенклатура материалов и комплектующих (как следствие и смежники, у которых это необходимо заказывать) для выполнения заказа так же, заранее неизвестны.

Подытожим ключевые методологические различия между дискретными и проектными производствами:

| | | |
|----------------------------------|--|--|
| Задачи | Дискретные производства | проектные производства |
| Управление запасами | <p>Достаточно управлять страховыми запасами (т.к. номенклатура материалов известна заранее) и вовремя до заказывать позиции. При, таком подходе , если страховые запасы соблюдаются про производственный цикл от логистики не зависит</p> | <p>Управление страховыми запасами невозможно в принципе, т.к. каждый заказ может требовать своих и, зачастую, уникальных и дорогостоящих комплектующих.</p> <p>Таким образом, планирование закупок и доставки материалов/комплектующих должны являться частью технологической схемы/цикла производства.</p> <p>Производственные и цеховые планы всегда должны быть синхронизированы с процессом закупок.</p> |
| Межцеховая кооперация | <p>Как правило не требуется планирование совместной работы разных цехов или же взаимодействие между цехами происходит последовательно. Другими словами, производственные планы составляются, как правило отдельно на каждый цех, независимо от работы других цехов. Это происходит оттого, что производственный цикл заранее строят таким образом, что бы работа отдельного цеха минимально влияла на работу других.</p> | <p>Межцеховая кооперация, как правило, необходима - т.к. технологические схемы зависят от конкретного проекта поэтому полуфабрикаты не только могут перетекать последовательно из цеха в цех, но и возвращаться обратно. Поэтому, необходимо учитывать влияние планов работ одного цеха на планы работ другого.</p> |
| Планирование производства | <p>Заранее существуют детальные технологические карты с нужной степенью детализации как по времени, ресурсам , так и материалов. Есть возможность детального планирования и оптимизации производственного процесса, без оглядки на процессы материально</p> | <p>Обратная ситуация – детализация возникает только к концу выполнения заказа. Поэтому планирование производственного процесса возможно только по проектному принципу – путем планирования основных этапов производства с последующим, последовательным уточнением каждого из них. Строго обязательна – увязка процессов закупок и доставки материалов с</p> |

| | | |
|--|--|----------------------------|
| | технического снабжения (при условии что работа со страховыми запасами поставлена хорошо). | производственными планами. |
|--|--|----------------------------|

Учитывая, приведенные выше факты, автоматизация проектных производств на базе распространенных 1С MES решений предназначенных для дискретных производств – как минимум непродуктивна. ТО же и в обратную сторону.

Для того, что бы подчеркнуть различия в требованиях к MES решениям, со стороны проектных производств, приведем сравнение способов реализации одних и тех-же производственных задач в усредненном 1С MES решении для дискретных производств и нашем изначально спроектированном для проектных производств решении DATACore: MES.

| Задачи проектного производства | 1С MES система для дискретных производств | DATACore: MES для проектных производств |
|---|--|--|
| Планирование закупок и доставки материалов | - Предполагается что планирование закупки и доставки материалов осуществляется в ERP системе и что заказы на производство передаются в MES систему только тогда когда все необходимые материалы уже на складе, и если для дискретных производств это не так страшно то на проектные это накладывает существенные ограничения т.к. проектные | + Планирование закупок и доставки материалов является частью технологической схемы производства, поэтому производственные и цеховые планы всегда синхронизированы с процессом закупок |

| | | |
|--|---|--|
| | <p>производства характеризуются непостоянством закупаемой номенклатуры</p> | |
| <p>Постоянная обратная связь производственного процесса на производственные планы</p> | <p>-</p> <p>Перепланирование производственных планов (и оперативных и базовых) осуществляется дискретно с заданным горизонтом планирования т.е. инициируется пользователем, если не инициировать перерасчет производственных планов то и накопленные изменения (задержки, срывы сроков) никакого влияния на текущие планы не окажут, если для дискретных производств это не очень критично то для проектных это важно (вспомним что из-за ресурсоёмкости расчетов оперативный производственный план формируется только в пределах заданного</p> | <p>+</p> <p>Т.к. в системе используется скользящее планирование на весь горизонт событий (технологических операций) без ограничения горизонта планирования, то любое изменений в каких либо фактических показателей выполнения технологических операций тут-же вызывает пересчет планов по всем последующим связанным операциям.</p> |

| | | |
|------------------------------|---|--|
| | горизонта планирования) | |
| Межцеховая кооперация | <p>-</p> <p>Предполагается что на каждый цех рассчитывается собственные базовые и оперативные планы.</p> | <p>+</p> <p>Цех является для системы одним из подвидов ресурсных центров. Что позволяет в технологической схеме заказа запланировать не только использование мощностей различных цехов но так-же и операции передачи ТМЦ из одного цеха в другой, что позволяет планировать не только работу цехов но и транспортной службы которая будет заниматься перемещением.</p> |
| Контроль качества | <p>+</p> | <p>+</p> <p>Реализован вариант контроля качества как с остановкой технологического процесса для проведения контроля (последующие операции технологической схемы не стартуют пока контроль не завершен) так и без остановки - технологические операции продолжают свое выполнение , контроль осуществляется параллельно</p> |
| Ремонты | <p>-/+</p> <p>Как правило требуется применение отдельных решений наподобие 1С: ТОИР с последующей интеграцией</p> | <p>+</p> <p>Планирование и осуществление ремонта оборудования решено в системе точно так-же(применяется такая-же методика) как и планирование и осуществление технологических операций, при этом оборудование становится недоступным на срок проведения ремонта.</p> |

| | | |
|---|---|---|
| Индивидуальные графики работы ресурсных центров | -/+ Как правило использует общий для всего цеха график работы | + Каждый ресурсный центр может иметь индивидуальное рабочее расписание, что учитывается системой при расчете календарных планов. |
| Страховые остатки | - Предполагается что функции по управлению закупками и страховыми запасами будут находится в ERP системе, с которой необходима интеграция. | + Прогнозирование снижения страховых запасов как на цеховом так и на обще складском уровнях. Важно – реализовано именно прогнозирование, что позволяет заранее предпринять меры по сохранению страховых запасов. Что в свою очередь позволяет эти самые запасы минимизировать т.к. с учётом того что это прогнозирование, а не работа со свершившимся фактом то страховой запас может быть заметно меньше. |
| Непрерывное планирование | - Оперативное планирование производства осуществляется дискретно, на основании реализованных в системе стратегий на заданную глубину планирования. Ресурсоемкие алгоритмы. | + Оперативное планирование осуществляется непрерывно , в режиме реального времени – как реакция системы на любое изменение. Горизонт планирование не ограничен. Быстрый алгоритм – пересчет на основании плановых длительностей операций. |
| Стратегии оптимизации оперативных производственных | + В зависимости от системы | - Следствием реализованного в системе непрерывного планирования с немедленной обратной связью по |

| | | |
|--------------------------------------|---|--|
| планов | применяются различные методики от теории ограничений Голдрата до оптимизации по узким местам. | любому отклонению на всю глубину запланированных операций является то, что реализация оптимизационных стратегий становится невозможной, но при этом системой прогнозируются все ресурсные ограничения, пользователю остается только внести изменения в сроки и порядок выполнения технологических операций что бы их избежать. |
| Проектный учет и планирование | - | <p>+</p> <p>Система позволяет разбить выполнение длительных и трудоемких Проектов на несколько заказов. При этом суммарные финансовые и календарные показатели всех таких заказов агрегируются в проекте, что позволяет получать всю аналитическую информация как проекту в целом так и по каждому заказу проекта.</p> |

Надеемся, что приведенные выкладки, помогут Вам более взвешенно и расчётливо подойти к вопросу выбора MES системы для вашего предприятия.

1.8.3 Результаты и выводы:Изучили роль микропроцессорных систем в развитии эксплуатационной технологичности МЭС