

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЫБИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П. А. СОЛОВЬЕВА»
(РГАТУ имени П.А. Соловьева)

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ АСПИРАНТОВ

направление подготовки 09.06.01 Информатика и
вычислительная техника

профиль подготовки 05.13.06 Автоматизация и управление
технологическими процессами и производствами (в промышленности)

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

по дисциплине

МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ

Разработал: д.т.н. Юдин А. В.

Рыбинск, 2014 г.

Рассматриваются методы анализа объектов управления и методология построения автоматизированных систем управления технологическими процессами и производствами современного наукоемкого предприятия, особенности технических, производственных и организационных систем как объектов управления, классификация АСУ, контроль исправности оборудования, алгоритмы диагностики состояния оборудования и обнаружения неисправности.

Содержание	
Лекция 1. Классификация АСУ	4
Лекция 2. Структура и особенности централизованных, децентрализованных и иерархических систем управления	5
Лекция 3. Особенности гибких автоматизированных производств	6
Лекция 4. Обнаружение неисправностей по результатам текущих замеров	8
Лекция 5. Обнаружение неисправностей по скорости изменения параметров и на основе параллельного измерения	11
Лекция 6. Аналитическое и вероятностное прогнозирование параметров	13
Лекция 7. Алгоритмизация задачи расчета прибыли, себестоимости, рентабельности	15
Лекция 8. Типовые задачи оптимального управления и оперативно-календарного планирования	20

Лекция 1. Классификация АСУ

Автоматизированная система управления (сокращённо **АСУ**) — комплекс аппаратных и программных средств, а также персонала, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса, производства, предприятия. АСУ применяются в различных отраслях промышленности, энергетике, транспорте и т. п. Термин «автоматизированная», в отличие от термина «автоматическая», подчёркивает сохранение за человеком-оператором некоторых функций, либо наиболее общего, целеполагающего характера.

Важнейшая задача АСУ — повышение эффективности управления объектом на основе роста производительности труда и совершенствования методов планирования процесса управления. Различают автоматизированные системы управления объектами (технологическими процессами — АСУТП, предприятием — АСУП, отраслью — ОАСУ) и функциональные автоматизированные системы, например, проектирование плановых расчётов, материально-технического снабжения и т. д.

Основными классификационными признаками АСУ являются:

- сфера функционирования объекта управления (промышленность, строительство, транспорт, сельское хозяйство, непромышленная сфера и т. д.)
- вид управляемого процесса (технологический, организационный, экономический и т. д.);
- уровень в системе государственного управления, включения управление народным хозяйством в соответствии с действующими схемами управления отраслями (для промышленности: отрасль (министерство), всесоюзное объединение, всесоюзное промышленное объединение, научно-производственное объединение, предприятие (организация), производство, цех, участок, технологический агрегат).

Функции АСУ устанавливают в техническом задании на создание конкретной АСУ на основе анализа целей управления, заданных ресурсов для их достижения, ожидаемого эффекта от автоматизации и в соответствии со стандартами, распространяющимися на данный вид АСУ. Каждая функция АСУ реализуется совокупностью комплексов задач, отдельных задач и операций.

Функции АСУ в общем случае включают в себя следующие элементы (действия):

- планирование и (или) прогнозирование;
- учет, контроль, анализ;
- координацию и (или) регулирование.

Необходимый состав элементов выбирают в зависимости от вида конкретной АСУ.

Функции при формировании управляющих воздействий включают:

- Функции обработки информации (вычислительные функции) — осуществляют учет, контроль, хранение, поиск, отображение, тиражирование, преобразование формы информации;
- Функции обмена (передачи) информации — связаны с доведением выработанных управляющих воздействий до ОУ и обменом информацией с ЛППР;
- Группа функций принятия решения (преобразование содержания информации) — создание новой информации в ходе анализа, прогнозирования или оперативного управления объектом

Лекция 2. Структура и особенности централизованных, децентрализованных и иерархических систем управления

В сфере промышленного производства с позиций управления можно выделить следующие основные классы структур систем управления: децентрализованную, централизованную, централизованную рассредоточенную и иерархическую.

Децентрализованная структура

Построение системы с такой структурой эффективно при автоматизации технологически независимых объектов управления по материальным, энергетическим, информационным и другим ресурсам. Такая система представляет собой совокупность нескольких независимых систем со своей информационной и алгоритмической базой.

Для выработки управляющего воздействия на каждый объект управления необходима информация о состоянии только этого объекта.

Централизованная структура

Централизованная структура осуществляет реализацию всех процессов управления объектами в едином органе управления, который осуществляет сбор и обработку информации об управляемых объектах и на основе их анализа в соответствии с критериями системы вырабатывает управляющие сигналы. Появление этого класса структур связано с увеличением числа контролируемых, регулируемых и управляемых параметров и, как правило, с территориальной рассредоточенностью объекта управления.

Достоинствами централизованной структуры являются достаточно простая реализация процессов информационного взаимодействия; принципиальная возможность оптимального управления системой в целом; достаточно легкая коррекция оперативно изменяемых входных параметров; возможность достижения максимальной эксплуатационной эффективности при минимальной избыточности технических средств управления.

Недостатки централизованной структуры следующие: необходимость высокой надежности и производительности технических средств управления для достижения приемлемого качества управления; высокая суммарная протяженность каналов связи при наличии территориальной рассредоточенности объектов управления.

Централизованная рассредоточенная структура

Основная особенность данной структуры — сохранение принципа централизованного управления, то есть выработка управляющих воздействий на каждый объект управления на основе информации о состояниях всей совокупности объектов управления. Некоторые функциональные устройства системы управления являются общими для всех каналов системы и с помощью коммутаторов подключаются к индивидуальным устройствам канала, образуя замкнутый контур управления.

Алгоритм управления в этом случае состоит из совокупности взаимосвязанных алгоритмов управления объектами, которые реализуются совокупностью взаимно связанных органов управления. В процессе функционирования каждый управляющий орган производит прием и обработку соответствующей информации, а также выдачу управляющих сигналов на подчиненные объекты. Для реализации функций управления каждый локальный орган по мере необходимости вступает в процесс информационного взаимодействия с другими органами управления. Достоинства такой структуры: снижение требований к производительности и надежности каждого центра обработки и управления без ущерба для качества управления; снижение суммарной протяженности каналов связи.

Недостатки системы в следующем: усложнение информационных процессов в системе управления из-за необходимости обмена данными между центрами обработки и управления, а также корректировка хранимой информации; избыточность технических средств, предназначенных для обработки информации; сложность синхронизации процессов обмена информацией.

Иерархическая структура

С ростом числа задач управления в сложных системах значительно увеличивается объем переработанной информации и повышается сложность алгоритмов управления. В результате осуществлять управление централизованно невозможно, так как имеет место несоответствие между сложностью управляемого объекта и способностью любого управляющего органа получать и перерабатывать информацию.

Кроме того, в таких системах можно выделить следующие группы задач, каждая из которых характеризуется соответствующими требованиями по времени реакции на события, происходящие в управляемом процессе:

- задачи сбора данных с объекта управления и прямого цифрового управления (время реакции, секунды, доли секунды);
- задачи экстремального управления, связанные с расчётами желаемых параметров управляемого процесса и требуемых значений уставок регуляторов, с логическими задачами пуска и остановки агрегатов и др. (время реакции — секунды, минуты);
- задачи оптимизации и адаптивного управления процессами, технико-экономические задачи (время реакции — несколько секунд);
- информационные задачи для административного управления, задачи диспетчеризации и координации в масштабах цеха, предприятия, задачи планирования и др. (время реакции — часы).

Очевидно, что иерархия задач управления приводит к необходимости создания иерархической системы средств управления. Такое разделение, позволяя справиться с информационными трудностями для каждого местного органа управления, порождает необходимость согласования принимаемых этими органами решений, то есть создания над ними нового управляющего органа. На каждом уровне должно быть обеспечено максимальное соответствие характеристик технических средств заданному классу задач.

Кроме того, многие производственные системы имеют собственную иерархию, возникающую под влиянием объективных тенденций научно-технического прогресса, концентрации и специализации производства, способствующих повышению эффективности общественного производства. Чаще всего иерархическая структура объекта управления не совпадает с иерархией системы управления. Следовательно, по мере роста сложности систем выстраивается иерархическая пирамида управления. Управляемые процессы в сложном объекте управления требуют своевременного формирования правильных решений, которые приводили бы к поставленным целям, принимались бы своевременно, были бы взаимно согласованы. Каждое такое решение требует постановки соответствующей задачи управления. Их совокупность образует иерархию задач управления, которая в ряде случаев значительно сложнее иерархии объекта управления

Лекция 3. Особенности гибких автоматизированных производств

Важным направлением развития ряда отраслей промышленности является создание и совершенствование *гибких производственных систем* (ГПС). Концепция гибких систем порождена двумя противоречивыми тенденциями развития современного производства: с одной стороны, сокращаются сроки подготовки и выпуска новых изделий, расширяется их номенклатура, снижается количество изделий, выпускаемых по неизменной технологической документации, а с другой, проявляется стремление снизить трудоемкость и себестоимость продукции при сохранении высокого качества. Первая тенденция предусматривает возрастание степени универсальности оборудования и систем управления, возможность реализовать любые заранее не спланированные производственные ситуации, быстро переходить на выпуск новой продукции, т. е. увеличение *мобильности производства*.

Вторая тенденция связана с использованием специального или специализированного оборудования, высоким уровнем автоматизации производственного процесса,

стремлением к высокопроизводительному выпуску продукции ограниченной номенклатуры в течение длительного времени.

Легко заметить противоречивость требований, регламентирующих перечисленные направления развития производства. Концепция гибкого производства как раз и направлена на объединение, совместное использование позитивных сторон рассмотренных направлений, создание мобильного высокопроизводительного производства.

Гибкость - это свойство производственной системы быстро перестраиваться на выпуск новой продукции, т. е. переходить в пределах установленных технологических возможностей из одного работоспособного функционального состояния в другое для выполнения очередного производственного задания или новой функции. Рассмотрим подробнее основные характеристики гибкого производства (ГП):

- ГП — это многономенклатурное производство, в котором переналадка оборудования на выпуск нового изделия осуществляется параллельно с выпуском изделия старого наименования или при минимальных затратах времени на переналадку;
- ГП — комплексно автоматизированное производство, управляемое центральной ЭВМ;
- свойство гибкости многоаспектно, различаются: *гибкость состояния* (способность системы функционировать при различных внешних и внутренних изменениях); *гибкость действия* (способность расширять свои возможности за счет включения нового оборудования); *гибкость технологии* (оценивается числом операций, реализуемых в данной производственной системе); *организационная гибкость* (оценивается сложностью перехода на обработку любого изделия данной номенклатуры);
- понятие гибкости иерархично: от отдельных единиц оборудования и операционных технологий до заводского производственного процесса в целом;
- ГП основывается на *безлюдной* (малолюдной) технологии и позволяет отказаться от традиционной технической и сопроводительной документации (*безбумажные технологии*);
- ГП способны обрабатывать изделия заданной номенклатуры в любом порядке их следования;
- ГП функционирует на основе принципа централизации обработки — объект производства не требует дополнительной доработки на другом оборудовании;
- ГП функционирует, как правило, на основе унифицированных технологий.

Как свойство производственной системы гибкость имеет четыре основных признака:

- 1) *повторяемость* — способность системы многократно возвращаться к выполнению ранее освоенных работ после завершения данной работы;
- 2) *универсальность* — способность системы обрабатывать различные изделия и в различных количествах без какой-либо модификации;
- 3) *приспособляемость* — способность системы к переналадке на новое изделие путем воздействия извне или самонастройки;
- 4) *адаптивность* — способность системы приспосабливаться к изменению внешних или внутренних факторов в определенных пределах без нарушения собственного функционирования или потери качества продукции.

Для количественной оценки степени гибкости ГПС используют *интегральный показатель гибкости*:

$$\Gamma = \left(1 - \frac{1}{n}\right) \left[1 - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{\tau_{ij}}{T}\right], \quad (8.4.1)$$

где n — число различных функциональных состояний производственной системы в пределах ее технологических возможностей; τ_{ij} — время перехода из i -го в j -е

функциональное состояние; T — некоторый плановый базовый период работы оборудования.

Очевидно, наибольшее значение этого показателя при предельном переходе $n \rightarrow \infty$ и $\tau_{ij} \rightarrow 0$ равно единице.

Лекция 4. Обнаружение неисправностей по результатам текущих замеров

После определенного срока эксплуатации, функциональные параметры и надежность любой, даже качественной автоматизированной системы, неизбежно снижаются. Обслуживание АСУ ТП представляет собой целый комплекс мероприятий, позволяющий максимально восстановить работоспособность всего комплекса технологического оборудования, согласно требованиям нормативной документации, условиям эксплуатации и пожеланиям заказчиков.

Планово-профилактические работы подразумевают следующие действия:

- диагностику неисправностей и общего технического состояния системы, с целью предупреждения отказов оборудования;
- получение данных от всех элементов АСУ ТП и анализ их достоверности;
- проверку правильности работы прикладного программного обеспечения;
- контроль соблюдения безопасности и правил эксплуатации систем;
- проведение испытаний и планово-профилактических ремонтов.

Своевременная и грамотная диагностика позволяет выявить возможные неисправности оборудования и причины их возникновения, а также предотвратить возникновение аварийных ситуаций в дальнейшем. В случае обнаружения поломок, ремонт гидравлического и другого оборудования должен быть выполнен в кратчайшие сроки, ведь остановки производственных процессов крайне нежелательны.

Специалисты ООО «Северо-Западный Гидропривод» используют для устранения неисправностей профессиональные инструменты диагностики и оборудование..

Регулярное и квалифицированное обслуживание будет способствовать минимизации затрат на непредвиденные ремонты и остановки оборудования, и поддержанию АСУ ТП в исправном состоянии с наилучшими экономическими показателями ее работы.

Проверка технического состояния устройств АСУ ТП, проводимая дежурным персоналом, включает в себя:

- осмотр и проверку технического состояния устройств во время обходов оборудования;
- проверку устройств тестами;
- плановые (по графику) опробования устройств;
- внеплановые проверки и опробования устройств;
- устранение неисправностей.

Обходы оборудования и осмотры устройств подсистем АСУ ТП должны проводиться согласно графику и по мере необходимости (при появлении индикации о неисправности).

При обходе оборудования следует проверить:

- плотность соединительных (импульсных) линий и первичных преобразователей, отсутствие свищей, течей в соединительных линиях и первичных преобразователях, неплотностей в продувочных линиях (визуально и по нагреву соединительных линий);
- целостность и отсутствие внешних повреждений устройств, доступных для осмотра (первичных преобразователей, приборов, пусковых устройств, ИМ, сочленений и др.);

- степень нагрева (прикосновением руки к корпусу) электродвигателей ИМ включенных регуляторов, особое внимание следует обратить на наиболее ответственные и часто включающиеся электроприводы РПК, клапанов впрысков, направляющих аппаратов дымососов и вентиляторов;
- работу вентиляторов охлаждения устройств АСУ ТП;
- наличие напряжения питания на участках АСУ ТП по состоянию коммутационных аппаратов, свечению табло, сигнальных ламп, светодиодов, индикации на видеограммах;
- наличие напряжения питания обоих вводов (по загоранию сигнальных лампочек или вольтметрам, расположенным на дверях вводных шкафов сборок РТЗО), в шкафах сборок задвижек;
- наличие напряжения питания основного и резервного вводов ПТК по фрагменту "Диагностика состояния ПТК" на АРМ инженера АСУ ТП;
- значение расхода среды, подаваемой на первичные преобразователи приборов автоматического химического анализа (визуально с целью выявления недопустимых отклонений);
- работу охладителей датчиков состава вещества (визуально и по нагреву);
- температуру окружающего воздуха, влажность, вибрацию и запыленность в местах установки приборов и аппаратуры, которые не должны превышать значений, допустимых техническими условиями на эти устройства;
- чистоту и отсутствие запыленности в панелях, закрытие дверей шкафов и сборок;
- работоспособность (функционирование) микропроцессорных контроллеров (по таблицам индикации светодиодов), особенно контроллеров, отвечающих за работу локальной шины связи и локальной шины связи между контроллерами и АРМ;
- работоспособность технических средств, предназначенных для архивации данных;
- качество записи на лентах принтеров;
- исправность светозвуковой сигнализации путем опробования;
- состояние пожарной безопасности оборудования и устройств АСУ ТП (в соответствии с требованиями инструкции по пожарной безопасности).

Во время осмотра устройств АСУ ТП запрещается:

- производить какие-либо переключения на ТЭО;
- снимать плакаты и ограждения, если не окончены работы на данном ТЭО;
- открывать или закрывать регулирующие органы, вентили на соединительных линиях, задвижки и другую арматуру;
- снимать плакаты и ограждения;
- прикасаться к токоведущим частям и производить их чистку;
- вводить и выводить ТЗ;
- изменять настройки авторегуляторов.

Осмотр запрещается при проведении испытаний, неустойчивых или аварийных режимах работы основного ТЭО, расшлаковке и обдувке котла, продувке нижних точек.

Дежурный персонал цеха ТАИ (АСУ ТП) должен следить за сохранением номеров, маркировок и надписей о назначении на панелях, пультах, аппаратуре, соединительных коробках, сборных кабельных ящиках, первичных измерительных преобразователях, импульсных линиях, запорной арматуре, ИМ, кабелях, штепсельных разъемах и др.

Дежурный персонал цеха ТАИ (АСУ ТП) должен своевременно сообщать свои замечания персоналу технологического цеха, несущего ответственность за сохранность и чистоту внешних частей устройств АСУ ТП (агрегатных микропроцессорных контроллеров, ИМ, датчиков и др.), установленных по месту.

Внеплановые проверки и опробования устройств АСУ ТП проводятся дежурным персоналом цеха ТАИ (АСУ ТП) в следующих случаях:

- при отказе или ложном действии устройств;
- после замены отдельных приборов или элементов перед вводом

соответствующего устройства в работу;

- при наличии замечаний к функционированию устройств со стороны оперативного персонала технологического цеха;
- при внесении изменений (корректировке или обновлении) ПО, алгоритмов управления;
- по распоряжению административного персонала цеха ТАИ (АСУ ТП).

Во время дежурства дежурный персонал цеха ТАИ (АСУ ТП) должен:

- периодически контролировать работу средств АСУ ТП путем опроса дежурного персонала технологического цеха, анализа информации, получаемой от стационарной мнемосхемы ПТК, фрагментов мнемосхем на дисплеях, видеограмм и текстовых сообщений сигнального дисплея;
- контролировать соблюдение ремонтным персоналом санкционированного доступа в среду АСУ ТП при выполнении ремонтно-наладочных работ;
- выполнять мероприятия по обеспечению безвирусного режима функционирования ЭВМ;
- производить оперативные переключения и включения средств автоматизации (при выводе из ремонта или резерва) с ведома персонала, обслуживающего основное оборудование;
- проводить регламентные работы (опробование, тестирование, диагностирование, запуск контрольных задач и др.) в соответствии с графиками;
- производить перезагрузку систем при зависаниях, корректировку настроек;
- распечатывать в конце смены на принтере сменную ведомость с ежечасными показаниями приборов подсистемы СИ;
- требовать от ремонтного персонала, производящего работы на устройствах АСУ ТП, поддержания чистоты и сохранения этих устройств.

При обнаружении неисправности на элементах устройств АСУ ТП дежурный персонал цеха ТАИ (АСУ ТП) должен проинформировать персонал технологического цеха о необходимости отключения соответствующего устройства и принять меры к немедленному устранению неисправности.

Если дежурный не в состоянии самостоятельно устранить обнаруженную неисправность, то он должен вызвать ремонтный персонал цеха ТАИ (АСУ ТП).

Устранение неисправностей включает в себя:

- выявление дефектного устройства или неисправности в электрических цепях, вызвавших нарушение в работе подсистемы АСУ ТП;
- выявление неисправности в схеме подключения к ПТК;
- замену дефектной аппаратуры на заведомо исправную из состава ЗИП или устранение неисправности в электрической схеме устройства;
- выявление сбоев ПО, анализ диагностических файлов и внесение корректировок в ПО;
- опробование и включение устройства в работу после устранения неисправности.

Дежурный персонал цеха ТАИ (АСУ ТП) должен локализовать или устранить следующие виды неисправностей:

- неисправности, задержка в устранении которых может привести к аварийному режиму работы ТЭО (исчезновение напряжения питания на элементе устройства, отказ устройства в подсистеме СИ, используемого в ТЗ, контакт на землю в цепях защит и др.);
- отказ средств ДУ, в том числе в схеме ДУ регулирующим или запорным органом;
- нарушение контактных соединений в разъемах устройств АСУ ТП, на рядах зажимов устройств, щитов управления, шкафов, сборок задвижек, соединительных коробок;
- отказ, устранение которого производится заменой дефектного устройства резервным, в том числе дисплеев, принтеров, клавиатуры и других средств вычислительной техники.

При отсутствии резервного устройства необходимо вызвать ремонтный персонал цеха ТАИ (АСУ ТП), обслуживающий отказавшее устройство.

При проверке подсистемы СИ и ИТФ следует проконтролировать:

- индикацию значения проверяемого параметра на фрагментах видеogramм или стационарной мнемосхеме;
- соответствие изображения видеogramм указанным в техническом описании и инструкции по эксплуатации подсистем ИТФ АСУ ТП;
- отработку предупредительной, аварийной сигнализации при изменении проверяемого параметра, отработку системы в случае недостоверности сигнала;
- правильность отработки команд оператора по вызову ТФ;
- индикацию нулевого значения проверяемого параметра, в том числе отключения вентилями (уравнивание перепада) первичных преобразователей расхода;
- работу отборных устройств первичных преобразователей состава среды.

При проверке работоспособности ТФ следует:

- поочередно запустить в работу ИТФ;
- проверить работу светозвуковой сигнализации;
- проверить функционирование мнемосхемы;
- проверить функцию печати на принтере.

Лекция 5. Обнаружение неисправностей по скорости изменения параметров и на основе параллельного измерения

Дежурный персонал проводит плановые проверки средств ДУ:

- после ППР при опробовании ТЗиБ с воздействием на МСН, запорную и регулируемую арматуру;

- в соответствии с графиком ТО на работающем оборудовании: кратковременное открытие (закрытие) до схода с концевого выключателя электрифицированной арматуры, включение (отключение) МСН.

Дежурный персонал при участии ремонтного персонала цеха ТАИ (АСУ ТП) и персонала соответствующего технологического цеха проводит ТО ТЗ и устройств АВР ТЭО, которое заключается в проверке их исполнительных цепей с воздействием на ИО в сроки, установленные годовым планом-графиком, при останове ТЭО на срок более 3 сут. или в случае проведения ремонтных работ в цепях защит во время останова на срок менее 3 сут. При недопустимости проверки исполнительных операций в связи с тепловым состоянием агрегата проверка ТЗ должна быть осуществлена без воздействия на ИО.

При проведении ТО ТЗ следует стремиться к выполнению его на пускаемом или останавливаемом ТЭО.

В случае планового останова ТЭО следует останавливать одной из ТЗ (руководствуясь графиком опробования). Для этого оперативный персонал, воздействуя на регулирующий орган, изменяет параметр, контролируемый проверяемой ТЗ, до уставки срабатывания. По информации, получаемой на экране сигнального дисплея ПТК с помощью функций КДЗ и РАС, анализируется работа ТЗ. После останова ТЭО работа ТЗ анализируется по протоколам КДЗ и РАС.

Если опробование ТЗ было проведено не более чем за 1 мес. до очередного опробования ТЗ, периодичность проверки которых 6 мес., то оно засчитывается как очередное опробование. Если в течение 1 мес. после очередного срока ТО ожидается плановый останов ТЭО, то опробование переносится на момент останова.

Для ТЗ с периодичностью ТО 3 мес. ("Погасание факела в точке") в аналогичных случаях допускается отклонение срока опробования в 7 дн.

При опробовании ТЗ переключение устройств ремонтного вода-вывода ТЗ должно производиться двумя лицами, старший из которых контролирующее лицо.

Одновременно с опробованием ТЗиБ по графику и перед пуском ТЭО необходимо проверить работу всех источников электропитания аппаратуры ПТК, первичных преобразователей (датчиков) и ИМ ТЗиБ.

При устранении неисправностей в цепях ТЗ действия дежурного персонала ограничены правом опробования ТЗ без вмешательства в коммутацию и аппаратуру ПТК. Допускается замена дежурным персоналом отдельных модулей ПТК и приборов ТЗ из числа имеющихся в оперативном резерве.

О всех обнаруженных неисправностях и принятых мерах по их устранению должны быть произведены записи в журнале дефектов цеха ТАИ (АСУ ТП).

При проверке и опробовании АСР необходимо проконтролировать соответствие реальных значений параметров настройки АСР указанным в карте заданий и экспериментально оценить качество работы АСР.

Критериями нормальной работы авторегулятора при стабильном технологическом процессе являются:

- устойчивая работа АСР в стационарном режиме;
- правильность отработки автоматическим регулятором отклонения регулируемого параметра и изменения задания задатчиком;
- отсутствие частых (не более 6 вкл./мин.) знакопеременных включений регулятора;
- поддержание текущего значения регулируемого параметра в соответствии с заданием (с допустимыми отклонениями);
- при нанесении возмущений по регулируемому каналу (с воздействием на регулирующий орган) - возврат регулирующего органа к исходному положению без запаздывания и перерегулирования.

Оценка качества работы сложной АСР на соответствие техническим требованиям производится при специальных испытаниях по программе, согласованной с административно-техническим персоналом технологического цеха и цеха ТАИ (АСУ ТП).

При оценке качества работы регуляторов должно учитываться фактическое состояние объекта управления (фактический диапазон регулирования котла, нагрузка энергоблока, характер возмущающих воздействий и др.).

При допуске персонала к работам необходимо учитывать, что отключением автомата питания датчиков, отсоединением зажимов от датчиков можно вызвать ложное срабатывание ТЗ или отказ в работе авторегуляторов. Поэтому на АРМ оперативного персонала или в одной из видеogramм АРМ инженера АСУ ТП должен быть перечень аналоговых и дискретных датчиков с указанием использования их сигналов в подсистемах АСУ ТП. Перечень составляется для всего ТЭО (котла, турбины, энергоблока, вспомогательного оборудования и др.) и должен содержать по каждому датчику следующую информацию:

- наименование входного параметра;
- идентификатор параметра (код);
- тип датчика;
- диапазон изменения параметра;
- размерность;
- тип выходного сигнала;
- место использования (АСР, ТЗ и др.).

Устранение неисправности ПТК выполняется в соответствии с инструкцией по эксплуатации ПТК, разработанной предприятием -изготовителем (поставщиком) ПТК.

Ввод в работу устройств подсистем АСУ ТП после проведения любых ремонтных работ должен производиться в присутствии дежурного персонала технологического цеха и цеха ТАИ (АСУ ТП).

Дежурный персонал цеха ТАИ (АСУ ТП) должен произвести соответствующую запись в оперативном журнале и журнале дефектов цеха ТАИ (АСУ ТП) обо всех обнаруженных неисправностях и принятых мерах по их устранению.

Лекция 6. Аналитическое и вероятностное прогнозирование параметров

Несмотря на множество подходов к решению задач прогнозирования, можно выделить следующие основные пути получения результатов прогноза, объединяющие группы применяемых на практике методов прогнозирования: когда результат прогноза определяется в одной размерности с контролируруемыми параметрами, т. е. целью прогнозирования изменения технического состояния объекта является получение значения контролируемого параметра, характеризующего протекание процесса во времени; результат прогноза определяется вероятностью выхода или невыхода характеристик контролируемых параметров за определенные пределы; в результате прогноза контролируемый объект относят к тому или иному классу технического состояния, который устанавливают заранее по критерию работоспособности или долговечности. Для каждого из перечисленных выше случаев обычно имеется характерный подход к прогнозированию, объединяющий свои методы с определенным математическим аппаратом. Это три метода: аналитического прогнозирования, вероятностного прогнозирования и статистической классификации.

Метод аналитического прогнозирования применяют для задач, когда изменение контролируемого параметра инерционно во времени и все изменения постепенно накапливаются. Такое изменение контролируемого параметра Π можно представить функцией $\Pi(t)$, как это показано на рисунке.1

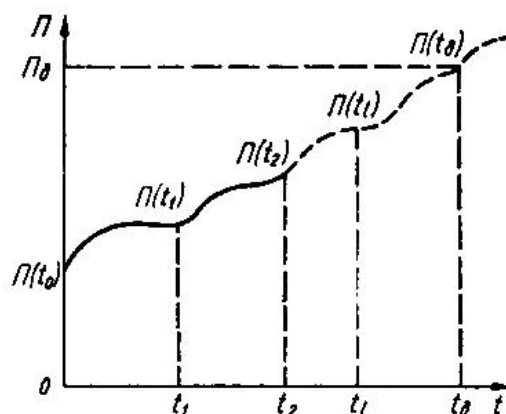


Рисунок 1

При этом имеются данные измерений значений функций $\Pi(t_0)$, $\Pi(t_1)$ и $\Pi(t_2)$ соответственно в моменты времени t_0 , t_1 и t_2 . Задачей прогнозирования является определение по известным значениям функции $\Pi(t)$ в прошлом и в настоящем величины функции в будущем, т. е. в моменты времени t_i , а также определение момента времени, когда параметр достигнет своего допустимого значения Π_d . В идеальном случае эту задачу решают, когда изменение параметра во времени сравнительно легко выразить аналитической функцией.

Метод вероятностного прогнозирования применяют для задач, когда требуется определить вероятность выхода или невыхода контролируемого диагностического параметра Π за установленные пределы. Задача формулируется следующим образом. Имеются значения параметра Π в моменты времени t_0 , t_1 , t_2 , в которых состояния прогнозируемого элемента характеризуются функциями распределения $F_i(\Pi)$ (рис.2).

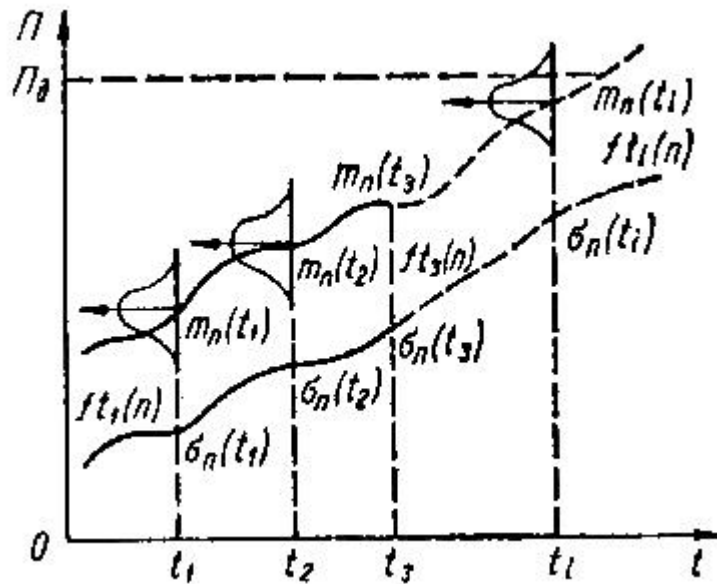


Рисунок.2. График определения величин параметров состояния методами вероятностного прогнозирования

По этим известным значениям необходимо определить вероятность сохранения элементом работоспособности в будущем, т. е. что функция $\Pi(t)$ не выйдет за свое допустимое значение Π_d . При этом учитывается плотность распределения значений $f_{t_i}(n)$ с математическим ожиданием $m_n(t)$ и дисперсией $\sigma_n^2(t)$.

При решении задач прогнозирования методами статистической классификации (распознавания образов) известные значения параметра в определенные моменты времени относят к одному из классов, т. е. к своего рода эталону (образу), а затем исходя из закономерности изменения параметров данного класса решают, как будет изменяться данный параметр в будущем. При этом разделение значений параметров на классы может быть временным (по времени или наработке) или параметрическим (по величинам контролируемых параметров). Число и диапазон изменения параметров в каждом классе зависит от особенностей конструкции и условий работы диагностируемого элемента электрооборудования. На рисунке 3 показан пример разграничения значений измеряемых параметров на классы.

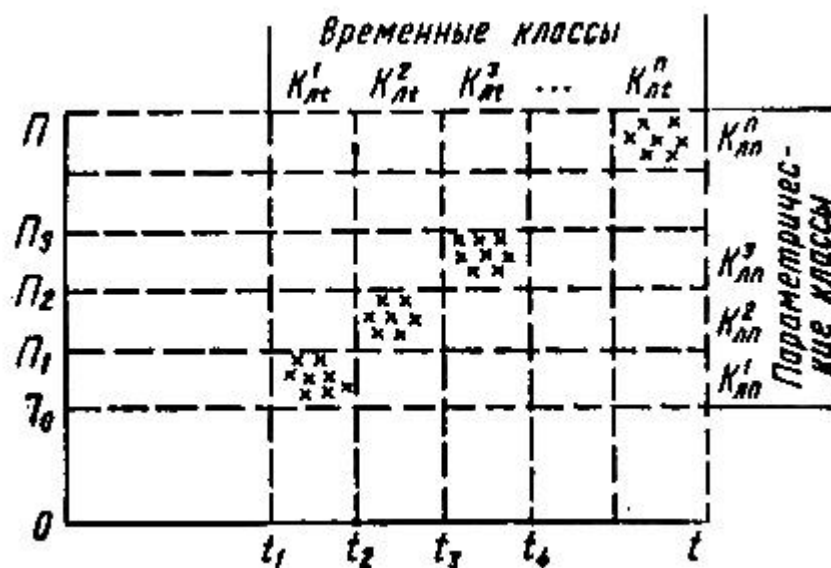


Рисунок 3. Пример разграничения измеряемых параметров на классы при прогнозировании методами статистической классификации

Лекция 7. Алгоритмизация задачи расчета прибыли, себестоимости, рентабельности

Одним из важнейших двигателей экономики является инвестиции, они могут быть вдвойне сильнее, если их правильно выбирать.

Для ускорения принятия инвестором решения о том, вкладывать ли средства в то или иное предприятие, необходимо составлять инвестиционный проект, определяющий цель, которую стремится достичь предприятие, стратегию предпринимательской деятельности в совокупности со сроками достижения цели. Инвестиционный проект представляет собой обоснование экономической целесообразности, объема и сроков осуществления капитальных вложений, разработанную в соответствии с законодательством РФ и утвержденными в установленном порядке стандартами (нормами, правилами).

Инвестиционная деятельность, в той или иной степени, присуща любому предприятию, поскольку она представляет собой один из наиболее важных аспектов его функционирования. Круг вопросов, решаемых этим видом функционального управления предприятием обширен, так как инвестиционные решения неразрывно связаны со всеми остальными видами деятельности предприятия и всеми стадиями его жизненного цикла, формируют его перспективную организационную структуру и инвестиционную культуру.

**

Цель работы заключается в исследовании хозяйственной деятельности предприятия на примере открытого акционерного общества «Завод по переработке бытовых отходов» в г. Тольятти и разработке для него прибыльного инвестиционного проекта.

Для достижения сформулированной цели были поставлены и решены следующие задачи:

·Рассмотреть теоретические основы инвестиционной деятельности и ее анализа;

·Разработать инвестиционный проект по производству нового вида продукции на ОАО «ЗПБО».

Актуальность работы определяется необходимостью проведения анализа инвестиционного проекта при инвестировании в основные средства в связи с предполагаемым расширением номенклатуры продукции.

В работе рассматриваются два инвестиционных проекта, которые отвечают конъюнктуре рынка и производственным возможностям предприятия. С помощью оценки эффективности инвестиционного проекта необходимо выбрать наиболее эффективный.

Теоретической базой работы явились труды отечественных ученых, работающих в области управления инвестиционной деятельностью предприятий, а так же интернет-источники.

Рассмотрим более подробно отдельные виды инвестиций предприятия в соответствии с приведенной их классификацией по основным признакам.

По объектам вложения капитала разделяют реальные и финансовые инвестиции предприятия.

·Реальные (или капиталобразующие) инвестиции характеризуют вложения капитала в воспроизводство основных средств, в инновационные нематериальные активы (инновационные инвестиции), в прирост запасов товарно-материальных ценностей и другие объекты инвестирования, связанные с осуществлением операционной деятельности предприятия или улучшением условий труда и быта персонала.

·Финансовые инвестиции характеризуют вложения капитала в различные финансовые инструменты инвестирования, главным образом в ценные бумаги, с целью получения дохода.

По характеру участия в инвестиционном процессе выделяют прямые и непрямые инвестиции.

·Прямые инвестиции подразумевают прямое участие инвестора в выборе объектов инвестирования и вложении капитала. Обычно прямые инвестиции осуществляются путем непосредственного вложения капитала в уставные фонды других предприятий.

·Непрямые инвестиции характеризуют вложения капитала инвестора, опосредованное другими лицами (финансовыми посредниками) [5, с.26].

По воспроизводственной направленности выделяют валовые, реновационные и чистые инвестиции.

- Валовые инвестиции характеризуют общий объем капитала, инвестируемого в воспроизводство основных средств и нематериальных активов в определенном периоде. На уровне предприятия под этим термином часто понимают общий объем инвестированного капитала в том или ином периоде.

- Реновационные инвестиции характеризуют объем капитала, инвестируемого в простое воспроизводство основных средств и амортизируемых нематериальных активов. В количественном выражении реновационные инвестиции приравниваются обычно к сумме амортизационных отчислений в определенном периоде.

- Чистые инвестиции характеризуют объем капитала, инвестируемого в расширенное воспроизводство основных средств и нематериальных активов. В количественном выражении чистые инвестиции представляют собой сумму валовых инвестиций, уменьшенную на сумму амортизационных отчислений по всем видам амортизируемых капитальных активов предприятия в определенном периоде.

По степени зависимости от доходов разделяют производные и автономные инвестиции.

- Производные инвестиции прямо коррелируют с динамикой объема чистого дохода (прибыли) через механизм его распределения на потребление и сбережение.

- Автономные инвестиции характеризуют вложение капитала, инициированное действием факторов, не связанных с формированием и распределением чистого дохода (прибыли), например, технологическим прогрессом, необходимостью осуществления природоохранных мероприятий и других.

По отношению к предприятию инвестору выделяют внутренние и внешние инвестиции.

- Внутренние инвестиции характеризуют вложение капитала в развитие операционных активов самого предприятия-инвестора.

- Внешние инвестиции представляют собой вложение капитала в реальные активы других предприятий или в финансовые инструменты инвестирования, эмитируемые другими субъектами хозяйствования [5, с.28].

По периоду осуществления выделяют краткосрочные (сроком до одного года) и долгосрочные (предполагают период более одного года) инвестиции предприятия.

По уровню доходности выделяют следующие виды инвестиций:

- Высокодоходные инвестиции. Они характеризуют вложения капитала в инвестиционные проекты или финансовые инструменты, ожидаемый уровень чистой инвестиционной прибыли по которым существенно превышает среднюю норму этой прибыли на инвестиционном рынке.

- Среднедоходные инвестиции. Ожидаемый уровень чистой инвестиционной прибыли по инновационным проектам и финансовым инструментам инвестирования этой группы, примерно соответствует средней норме инвестиционной прибыли, сложившейся на инвестиционном рынке.

- Низкодоходные инвестиции. По этой группе объектов инвестирования ожидаемый уровень чистой инвестиционной прибыли обычно значительно ниже средней нормы этой прибыли.

- Бездоходные инвестиции. Они представляют группу объектов инвестирования, выбор и осуществление которых инвестор не связывает с получением инвестиционной прибыли. Такие инвестиции преследуют, как правило, цели получения социального, экологического и других видов внеэкономического эффекта.

По уровню инвестиционного риска выделяют безрисковые, риск потери капитала или ожидаемого дохода по которым отсутствует, низкорисковые (риск по ним значительно ниже среднерыночного), среднерисковые (риск примерно соответствует среднерыночному) и высокорисковые (уровень риска по объектам инвестирования этой группы обычно существенно превышает среднерыночный) [5, с.30].

По формам собственности инвестируемого капитала выделяют частные, государственные и смешанные инвестиции. Частные инвестиции характеризуют вложения капитала физических лиц, а также юридических лиц негосударственных форм собственности. Государственные инвестиции характеризуют вложения капитала государственных предприятий, а также средств государственного бюджета разных его уровней и государственных внебюджетных фондов. Смешанные инвестиции предполагают вложения как частного, так и государственного капитала в объекты инвестирования предприятия.

По региональным источникам привлечения капитала выделяют отечественные и иностранные инвестиции. Отечественные инвестиции характеризуют вложения национального капитала (домашних хозяйств, предприятий или государственных органов) в разнообразные объекты инвестирования резидентами данной страны. Иностранные инвестиции характеризуют вложения капитала нерезидентами (юридическими или физическими лицами) в объекты (инструменты) инвестирования данной страны.

Несмотря на довольно значительный перечень (см. приложение 2) рассмотренных классификационных признаков, он, тем не менее, не исчерпывает всего многообразия видов инвестиций предприятия, используемых в научной терминологии и практике инвестиционного менеджмента [5, с.30].

С учетом изложенной классификации строится процесс стратегического управления инвестициями предприятия.

Управление инвестициями представляет собой систему принципов и методов разработки и реализации и управленческих решений, связанных с осуществлением различных аспектов инвестиционной деятельности предприятия. Оно входит в общую систему стратегического финансового менеджмента, являясь одной из основных функциональных его подсистем, обеспечивающей реализацию преимущественно долгосрочных финансовых решений.

Главную цель финансовой стратегии предприятия - обеспечение максимизации благосостояния собственников предприятия путем формирования эффективных направлений роста его рыночной стоимости - стратегическое управление инвестициями реализует наиболее активным способом и в наиболее широком диапазоне параметров.

. Возрастание суммы чистой прибыли предприятия. Одним из основных результатов эффективной инвестиционной деятельности предприятия является возрастание эффекта его хозяйственной деятельности, выражаемого приростом суммы чистой прибыли. В процессе реального инвестирования этот эффект достигается за счет роста операционной прибыли предприятия от реализации его продукции, а в процессе финансового инвестирования - за счет доходности портфеля финансовых инструментов. Рост прибыльности предприятия в результате инвестиционной деятельности является важнейшим направлением повышения его рыночной стоимости.

. Прирост собственного капитала предприятия. За счет инвестиционных факторов роста чистой прибыли предприятие получает возможность капитализировать большую ее сумму даже не изменяя своей дивидендной политики (политики распределения чистой прибыли). Это обеспечивает рост чистых активов предприятия за счет внутренних его резервов, что автоматически повышает его рыночную стоимость (курсовую стоимость его акций).

. Обеспечение эффекта синергизма. Основные направления инвестиционной деятельности предприятия направлены на диверсификацию его продукции, разнообразные формы отраслевой диверсификации, развитие специализированной его инфраструктуры и другие ее формы, обеспечивающие эффект синергизма. Формирование такого эффекта существенно влияет на рост рыночной стоимости предприятия.

. Повышение имиджа предприятия. Активная инвестиционная деятельность формирует представление о предприятии как успешно развивающемся хозяйствующем субъекте, что позволяет ему расширять круг своих коммерческих связей, обеспечивать формирование финансовой гибкости и т.п..

В процессе реализации своей цели управление инвестиционной деятельностью предприятия направлено на решение основных задач обеспечения достаточной инвестиционной поддержки высоких темпов развития операционной деятельности предприятия. Эта задача реализуется следующим образом:

определение потребности в объемах инвестирования для решения стратегических целей развития операционной деятельности предприятия на отдельных его этапах; обеспечения

высоких темпов расширенного воспроизводства внеоборотных операционных активов;

формирование эффективной и сбалансированной инвестиционной программы предприятия на предстоящий период;

обеспечение максимальной доходности отдельных реальных и финансовых инвестиций и инвестиционной деятельности предприятия в целом при предусматриваемом уровне инвестиционного риска. Максимизация доходности инвестиций достигается за счет выбора предприятием наиболее эффективных инвестиционных проектов и финансовых инструментов инвестирования. Максимизация уровня доходности инвестиций должна обеспечиваться в пределах допустимого инвестиционного риска;

обеспечение минимизации инвестиционного риска отдельных реальных и финансовых инвестиций и инвестиционной деятельности предприятия в целом при предусматриваемом уровне их доходности. Такая минимизация уровня инвестиционного риска может быть обеспечена путем диверсификации инвестиционных проектов и финансовых инструментов инвестирования; избегания отдельных видов инвестиционных рисков и их передачи партнерам по инвестиционной деятельности; эффективных форм их внутреннего и внешнего страхования;

обеспечение оптимальной ликвидности инвестиций и возможностей быстрого реинвестирования капитала при изменении внешних и внутренних условий осуществления инвестиционной деятельности.

обеспечение формирования достаточного объема инвестиционных ресурсов в соответствии с прогнозируемыми объемами инвестиционной деятельности. Эта задача решается путем сбалансирования объема привлекаемых инвестиционных ресурсов во всех их формах (денежной, товарной, нематериальной) с прогнозируемыми объемами инвестиционной деятельности предприятия в сфере реального и финансового инвестирования.

поиск путей ускорения реализации действующей инвестиционной программы предприятия. Намеченные к реализации инвестированные проекты, входящие в состав инвестиционной программы предприятия, должны выполняться как можно быстрее исходя из следующих мотивов: высокие темпы реализации каждого инвестиционного проекта способствуют ускорению экономического развития предприятия в целом; чем быстрее реализован тот или иной инвестиционный проект, тем быстрее начинает формироваться дополнительный чистый денежный поток предприятия в виде чистой инвестиционной прибыли и амортизационных отчислений; ускорение реализации инвестиционной программы предприятия сокращает сроки использования кредитных ресурсов; быстрая реализация инвестиционных проектов, входящих в состав инвестиционной программы предприятия, способствует снижению уровня инвестиционных рисков, генерируемых изменением конъюнктуры инвестиционного рынка, ухудшением инвестиционного климата в стране, инфляцией и другими факторами; обеспечение финансового равновесия предприятия в процессе осуществления инвестиционной деятельности. Оно является одним из важнейших условий осуществления предприятием эффективной инвестиционной деятельности. Это связано со значительным отвлечением в процессе инвестирования финансовых ресурсов в больших размерах и, как правило, на длительный период [6, с.117].

Все рассмотренные задачи управления инвестиционной деятельностью предприятия теснейшим образом взаимосвязаны, хотя отдельные из них носят разнонаправленный характер. Поэтому в процессе стратегического управления инвестициями предприятия

отдельные задачи должны быть оптимизированы между собой для эффективной реализации его главной цели.

1.3 Теоретические основы анализа эффективности инвестиций

Для оценки эффективности реальных инвестиций или капитальных вложений существует следующая система показателей, по которым можно сравнивать разные (альтернативные) варианты проектов:

чистый приведенный доход;

индекс доходности;

период окупаемости;

внутренняя норма доходности.

Чистый приведенный доход (NPV) позволяет получить наиболее обобщенную характеристику результата инвестирования. Он определяется как сумма текущих эффектов за весь расчетный период, приведенная к начальному шагу, или как превышение интегральных результатов над интегральными затратами. Величина NPV вычисляется по формуле (при постоянной норме дисконта):

Любая программа с $NPV > 0$ стоит того, чтобы ее осуществить. Кроме того, можно сравнить NPV различных программ, если они рассчитаны при одной ставке дисконта. Предпочтение должно отдаваться программе с максимальным уровнем чистого приведенного дохода, поскольку чем выше NPV, тем эффективнее проект.

Внутренняя норма доходности (IRR) является наиболее сложным и совершенно новым для нас показателем. Она характеризует уровень доходности конкретного инвестиционного проекта, выражаемый дисконтной ставкой. По которой будущая стоимость денежного потока от инвестиций приводится к настоящей (текущей) стоимости инвестируемых средств. IRR представляет собой ту норму дисконта (R), при которой величина приведенных эффектов равна приведенным капиталовложениям (т.е. чистый приведенный доход в процессе дисконтирования приведен к нулю). IRR определяется при решении уравнения:

Внутренняя норма доходности показывает максимальную величину процентной ставки, под которую можно брать кредит.

Если расчет NPV инвестиционного проекта дает ответ на вопрос, является ли он эффективным или нет при некоторой заданной норме дисконта (E), то IRR проекта определяется в процессе расчета и затем сравнивается с требуемой инвестором нормой дохода на вкладываемый капитал.

В случае, когда IRR равен или больше требуемой инвестором нормы дохода на капитал, инвестиции в проект оправданы и может рассматриваться вопрос о его принятии. В противном случае - инвестиции нецелесообразны.

Кроме того, можно установить пороговый или критериальный уровень IRR с учетом своего уровня инвестиционных рисков. Проекты с более низкой внутренней нормой доходности при этом будут автоматически отклоняться как не соответствующие требованиям реальных инвестиций.

Срок окупаемости инвестиций - время, которое требуется, чтобы инвестиция обеспечила достаточные поступления денег для возмещения инвестиционных расходов. Вместе с чистой текущей стоимостью (NPV) и внутренним коэффициентом окупаемости (IRR) используется как инструмент оценки инвестиций.

Срок окупаемости инвестиций - это превосходный показатель, предоставляющий вам упрощенный способ узнать, сколько времени потребуется фирме для возмещения первоначальных расходов. Это имеет особое значение для бизнеса, расположенного в странах с неустойчивой финансовой системой, или бизнеса связанного с передовой технологией, где стремительное устаревание товара является нормой, что превращает быстрое возмещение инвестиционных расходов в важную проблему.

Лекция 8. Типовые задачи оптимального управления и оперативно-календарного планирования

Оптимальное управление — это задача проектирования системы, обеспечивающей для заданного объекта управления или процесса закон управления или управляющую последовательность воздействий, обеспечивающих максимум или минимум заданной совокупности критериев качества системы^[1].

Для решения задачи оптимального управления строится математическая модель управляемого объекта или процесса, описывающая его поведение с течением времени под влиянием управляющих воздействий и собственного текущего состояния. Математическая модель для задачи оптимального управления включает в себя: формулировку цели управления, выраженную через критерий качества управления; определение дифференциальных или разностных уравнений, описывающих возможные способы движения объекта управления; определение ограничений на используемые ресурсы в виде уравнений или неравенств^[2].

Все задачи оптимального управления можно рассматривать как задачи математического программирования и в таком виде решать их численными методами.^[3]

При оптимальном управлении иерархическими многоуровневыми системами, например, крупными химическими производствами, металлургическими и энергетическими комплексами, применяются многоцелевые и многоуровневые иерархические системы оптимального управления. В математическую модель вводятся критерии качества управления для каждого уровня управления и для всей системы в целом, а также координация действий между уровнями управления^[4].

Если управляемый объект или процесс является детерминированным, то для его описания используются дифференциальные уравнения. Наиболее часто используются

обыкновенные дифференциальные уравнения вида $\dot{x} = f(x, u, t)$. В более сложных математических моделях (для систем с распределёнными параметрами) для описания объекта используются дифференциальные уравнения в частных производных. Если управляемый объект является стохастическим, то для его описания используются стохастические дифференциальные уравнения.

Если решение поставленной задачи оптимального управления не является непрерывно зависящим от исходных данных (некорректная задача), то такая задача решается специальными численными методами^[5].

Система оптимального управления, способная накапливать опыт и улучшать на этой основе свою работу, называется обучающейся системой оптимального управления^[6].

Реальное поведение объекта или системы всегда отличается от программного вследствие неточности в начальных условиях, неполной информации о внешних возмущениях, действующих на объект, неточности реализации программного управления и т.д. Поэтому для минимизации отклонения поведения объекта от оптимального обычно используется система автоматического регулирования.^[7]

Иногда (например, при управлении сложными объектами, такими как доменная печь в металлургии или при анализе экономической информации) в исходных данных и знаниях об управляемом объекте при постановке задачи оптимального управления содержится неопределённая или нечёткая информация, которая не может быть обработана традиционными количественными методами. В таких случаях можно использовать алгоритмы оптимального управления на основе математической теории нечётких множеств (Нечёткое управление). Используемые понятия и знания преобразуются в нечёткую форму, определяются нечёткие правила вывода принимаемых решений, затем производится обратное преобразование нечётких принятых решений в физические управляющие переменные.