

## Раздел 2. Эргатические системы

### Тема 6. Строение и функционирование эргатических систем

#### 6.1. Понятие эргатической системы.

Любая трудовая деятельность предполагает взаимодействие человека с некоторой внешней реальностью, т. е. возникает система «субъект труда - профессиональная среда». Такого рода систему называют эргатической (от древнегреческого корня «эрг» - дело, работа). Комплекс областей знания и практики, ориентированных на изучение и оптимизацию труда человека, обозначают термином эргономика.

Термин «эргатическая система» впервые был принят в 1960 г. на Первом конгрессе Международной федерации по автоматическому управлению с целью обозначения систем, включающих человека, который функционирует в совокупности с комплексом технических средств. Позднее содержание данного понятия расширилось.

**Эргатическая система** - это любая система, работающая с участием человека.

Под **эргатической системой (ЭС)** понимается взаимодействие субъекта и объекта труда, а в более развернутом виде - это система "человек - машина - среда - социум – культура - природа".

Примеры: воинское подразделение, студенческая группа, профессиональный коллектив и пр.

Профессиональная среда как компонент эргатической системы включает в себя следующие составляющие:

1. Социально-контактная часть среды (профессиональные группы и их представители, с которыми взаимодействует субъект, социальные нормы, правила и пр.).
2. Информационная часть среды (правила внутреннего распорядка, традиции организации, средства наглядности, рекламы, вербальные и невербальные информационные воздействия).
3. Витальная часть среды (физико-химические, биологические, гигиенические условия профессиональной среды).

Эргатические системы представляют особую группу систем, которую образуют машины, управляемые человеком. Это комплексные системы, включающие как биологические, так и технические звенья в качестве взаимодействующих подсистем, образующих единую систему (рис. 6.1).

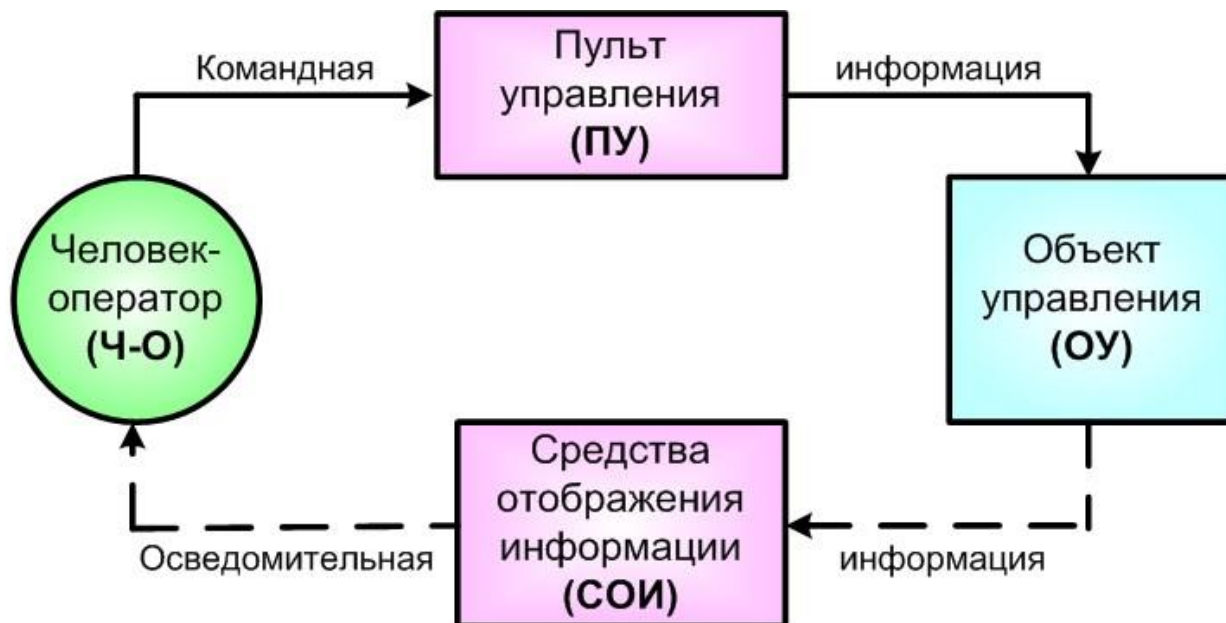


Рис. 6.1. Схема одноконтурной эргатической системы управления

Человек в таких системах является важнейшим, решающим звеном, он может выполнять различные функции и выступать в различных ролях (прием информации, передача информации, принятие решения и т. п.).

Существует определенная классификация эргатических систем.

- По степени сложности: простые, динамические; сложные, поддающиеся описанию; очень сложные.
- По степени определенности функционирования: детерминированные (характер взаимодействия между элементами таких систем определен и предсказать поведение такой системы можно в любой момент времени); вероятностные (взаимодействия между элементами таких систем сложны и предсказать возможное поведение системы можно только с определенной долей вероятности).
- По количеству людей в СЧМ: моноэргатические; полиэргатические.
- По степени непрерывности участия человека в процессе управления: работающие в режиме немедленного обслуживания; работающие в режиме отсроченного обслуживания.
- По виду связи человека-оператора с объектом управления: системы прямого действия (человек непосредственно связан с управляемым объектом); системы с дистанционной связью (управление осуществляется на расстоянии).
- По роли и месту человека в контуре управления.
- По типу задачи управления.
- По числу целей эргатической системы.
- По иерархичности эргатической системы.

В настоящее время системы «человек-машина» в связи с развитием технических средств всё более и более превращается из систем контроля в системы управления, в которых человекооператор занимает доминирующее положение. Можно привести несколько примеров моделирования как самого человека-оператора в эргатических системах, так и самих систем в целом. Например, для систем управления предлагается одна структурная схема (рис.6.2.), а для систем обнаружения и контроля – другая структурная схема (рис.6.3.).



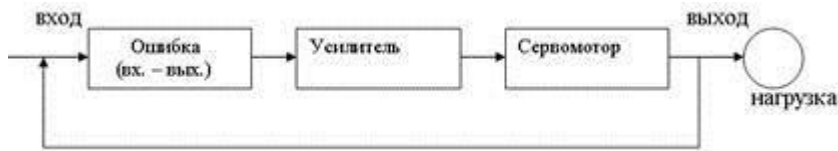
Рис.6.2. Система управления.



Рис.6.3. Систем обнаружения и контроля

Весьма часто проводится аналогия между эргатической системой и сервосистемой (рис.6.4.). Сервосистема – тип следящей системы, замкнутая электромеханическая система, где на выходе воспроизводится изменённая определённым образом входная величина.

а) Замкнутая сервосистема



б) Аналогия слежения, осуществляемая оператором



Рис.6.4. Сервосистема

Классификация эргатических систем может быть проведена по ряду признаков. По *основной целевой функции* они делятся на *контрольные, управления, поисковые, восстанавливающие и обучающие* эргатические системы.

В первом случае (*контрольная ЭС* – см рис. 6.3.) выходные сигналы оператора можно не вводить в наблюдаемую им систему. Оператор здесь включён в систему «как бы параллельно» (хотя на схеме рисунка это выглядит последовательно). Основная функция оператора – контроль, наблюдение за системой, измерение её параметров и т. п. Примером такой системы может являться работа оператора с индикатором кругового обзора ИКО.

В *системе управления* (см. рис.6.2) оператор становится непосредственным участником в выполнении системы её задачи и включён в систему «как бы последовательно» (по схеме рисунка – параллельно) с техническими элементами системы. Основная функция оператора – регулирование, слежение, стабилизация и приведение координат выхода системы к их заданному значению. Эта система замкнута через оператора.

*Системы управления* имеют две разновидности: *систему слежения с компенсацией* и *систему слежения с преследованием*. В первом случае оператор наблюдает только рассогласование между текущим выходным показателем (координатой) системы и требуемым значением, и его задача состоит в том, чтобы довести величину рассогласования до нуля или до заданного уровня, то есть скомпенсировать ошибку рассогласования. Примером таких систем могут являться системы регулирования самой РЭА, системы регулирования технологических процессов и т. п.

При слежении с преследованием оператор наблюдает величину как входного, так и выходного сигнала, и его задача состоит в том, чтобы, управляя машиной, изменять выход системы и тем самым как бы «преследовать» её вход. Примерами таких систем могут являться системы посадки самолёта, работы бортовой РЛС в режиме захвата и сопровождения цели и др.

*Поисковая ЭС*, как правило, возникает при отказе функционирующей ЭС, когда требуется вмешательство оператора для определения причин и места отказа в системе. Она включает в себя оператора, проверяемую машину и устройство поиска.

*Восстанавливающая ЭС* возникает после определения причины отказа, и главная функция оператора в такой системе – восстановить систему путём ремонта или демонтажа неисправного блока.

Примерами *обучающих ЭС* являются различного рода тренажеры, обучающие машины и т. п.

По *типу информационной модели ЭС* делятся на: 1) ЭС

с дифференциальной информационной моделью,

2) ЭС с интегральной информационной моделью.

*Дифференциальная информационная модель (ИМ)* включает в себя подробные сведения об отдельных параметрах ЭС. Как правило, информация от «машины» к оператору поступает первичная, без предварительной обработки. При этом оператор получает точную количественную оценку состояния отдельных элементов технической части ЭС, её выходных параметров. Чтобы получить общее представление о состоянии ЭС на основе показаний детальной ИМ, оператору необходимо определённое время для обработки всей разрозненной информации. При дефиците времени это может привести к принятию неверных решений. Примером такой дифференциальной модели может служить совокупность контрольных шкальных приборов, устанавливаемых раньше в кабине лётчика. Поэтому при современных скоростях самолётов стремятся создавать совмещённые индикаторы, однако, назвать их интегральной ИМ пока что нельзя.

*Интегральная ИМ* даёт общее, суммарное представление о функционировании ЭС, для этого в системе используют дополнительные блоки обработки первичной информации. Например, разработаны т. н. коналоги – индикаторы, дающие условные изображения взлётно-посадочной полосы или «дороги» при движении объекта. Хотя изображение и проецируется на электроннолучевом индикаторе, однако оно не является телевизионным.

Основное преимущество коналогов состоит в том, что они позволяют использовать основное свойство восприятия – предметность. Кроме этого, рассмотренный выше тип коналага позволяет освободиться от восьми отдельных индикаторов. Другой особенностью коналогов является также то, что они предусматривают и получение точной количественной информации либо «по вызову», либо с помощью дополнительных периферийных индикаторов, обрамляющих коналаг.

## **6.2. Основные компоненты и составляющие эргатической системы.**

Эргатические системы организуются людьми для создания нужного обществу продукта и объединяют: субъектов труда, орудия, средства труда, объекты и предметы труда, условия труда, производственную среду. Большое количество взаимодействующих частей или элементов, составляющих систему – целостное образование.

Современные средства взаимодействия «человека-техника» представляют собой сложный комплекс, включающий различные компоненты: планирование, информирование и управление общением; формализация облика информации, интерпретация сообщений; представления, обработки данных и принятия решения; обеспечения надежности и др.

**Эргатическая система (ЭС)** – это система «человек-машина», содержащая качественно разнородные компоненты – человека- оператора и технические средства.

*Оператор* – любой человек, управляющий машиной, связанный с оперативным управлением процессами, причем главным образом в механизированных и автоматизированных системах

управления. Для целей эргономического анализа выделяют пять классов операторской деятельности:

- 1) *оператор-технолог*. Он непосредственно включен в технологический процесс, работает в режиме немедленного обслуживания, совершает преимущественно исполнительные действия, руководствуясь при этом инструкциями, содержащими, как правило, полный набор ситуаций и решений. Основными в его деятельности являются функции формального перекодирования и передачи информации;
- 2) *оператор-манипулятор*. К числу функций такого оператора относится управление манипуляторами, роботами, машинами – усилителями мышечной энергии;
- 3) *оператор-наблюдатель*, контролер. К ним относятся операторы слежения радиолокационных станций, диспетчеры энергетических, транспортных систем и т. п. Это классический тип оператора, наиболее исследованный и описанный в литературе. Для него характерен большой объем информационных потоков. Он может работать как в режиме немедленного, так и в режиме отсроченного обслуживания;
- 4) *оператор-исследователь*. Для него характерно использование аппарата понятийного мышления и опыта, заложенных в образно-концептуальных моделях. К числу таких операторов относятся пользователи вычислительных систем, дешифровщики и анализаторы объектов или изображений и т. д.;
- 5) *оператор-руководитель*. Он управляет не техническими компонентами системы или машины, а другими людьми. Это управление может осуществляться как непосредственно, так и опосредствованно – с помощью технических средств и каналов связи. Большое значение в его деятельности имеет учет не только возможностей и ограничений машинных компонентов системы, но и особенностей подчиненных. Основной режим деятельности оператора-руководителя – оперативное мышление.

С этих позиций операторами являются дежурный по станции (ДСП), поездной диспетчер (ДНЦ), маневровый диспетчер (ДСЦ), дежурный по отделению (ДНЦО), машинист локомотива (ТЧМ), начальник станции (ДС) и другие оперативные работники железнодорожного транспорта.

В сферу изучения эргономики включают также труд, выполняемый вручную. В этом случае оператором становится человек, выполняющий трудовые действия на любом рабочем месте.

*Машина* – любое техническое устройство, предназначенное для целенаправленного изменения материи, энергии или информации с целью замены или облегчения физического и умственного труда человека. Машинами в эргономике являются:

производственная техника (машины, механизмы, инструменты, аппаратура управления машинами и технологическими процессами, средствами транспорта, коммуникации, связи и т. п.);

· непромышленная техника (средства коммунальной и бытовой техники, техника передвижения, техника образования и культуры и др.);

· военная техника (танки, ракетные установки, летательные аппараты, надводные и подводные суда и т. п.).

В литературе по эргономике наряду с терминами «машина» используются также «техника» и «автомат». На железнодорожном транспорте оператор имеет дело со следующими машинами: локомотивы, дрезины, краны, устройства электрической централизации и горочной автоматики, радиостанции, пульты-табло дежурных по станции и поездных диспетчеров и т. д.

*Среда* – внешние факторы, оказывающие влияние на работу оператора и машины. Под ними понимают не только температуру, влажность, газовый состав воздуха, шум, вибрацию, но и социально-психологические факторы, команды и пояснения руководителей работ, различные правила, инструкции и т. д.

В качестве элементов эргатической системы рассматриваются человек-оператор, машина и производственная среда. Иногда для обозначения СЧМ применяют и другие обозначения: система «оператор–машина–среда», система «человек–машина», система «человек–техника», эргатическая система, эрготехническая, социотехническая и т. д. Несмотря на разнообразие названий, общим для этих систем является то, что они представляют собой физические, целенаправленные, замкнутые системы, включающие в себя человека как главное, решающее (управляющее) звено. В зависимости от количества операторов и машин в эргономике выделяют два основных вида систем: «один человек-оператор–одна-машина–среда» и «группа людей-операторов–группа машин–среда». Первые СЧМ называют единичными, а вторые – массовыми.

Основным компонентом человека- оператора является анализатор.

*Анализатор* — подсистема центральной нервной системы, которая обеспечивает прием и первичный анализ информационных сигналов. Информация, поступающая через анализаторы, называется сенсорной, а процесс приема информации — сенсорным восприятием.

Структура анализатора представлена на рис.6.5.

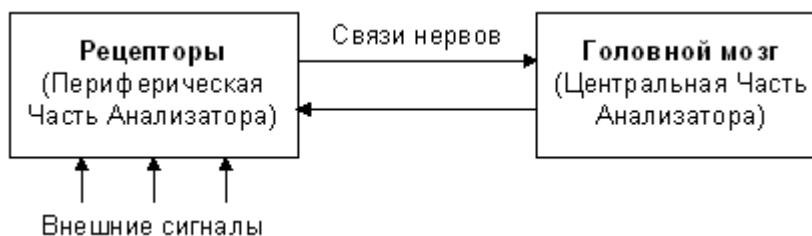


Рис.6.5. Структура анализатора

В зависимости от рецепторов различают анализаторы: внешний зрительный (рецептор — глаз), слуховой (рецептор — ухо), тактильный (рецептор — кожа), болевой, температурный, обонятельный (рецептор в носовой полости), вкусовой (рецептор на поверхности языка).

Внутренние: давления, кинестетический (рецепторы в мышцах и сухожилиях), вестибулярный (рецептор в полости уха).

Информация через зрительный анализатор-90%,слуховой-9%,остальные-1%

### Характеристики анализатора:

#### 1. Энергетические

2. Информационные
3. Пространственные
4. Временные

**Зрительная система** [visual system ]. Сенсорная система, назначение которой состоит в получении зрительной информации о среде и передаче ее в сенсорные области головного мозга.

Сложная оптическая система глаза осуществляет проекцию зрительного образа на рецепторы сетчатки глаза. Сетчатка образована густой сетью рецепторов и связанных с ними нейронов, специализированных на восприятии различных характеристик зрительного раздражения, таких как интенсивность, цвет, размер, кривизна и скорость перемещения. В зрительном восприятии важную роль играют движения глаз и головы. Информация, воспринимаемая рецепторами, передается по зрительному нерву к зрительным структурам мозга. Здесь происходит ее переработка с целью последующего использования в организации поведения.

Зрительный анализатор (90% всей информации) дает самую полную информацию о положении наблюдаемых объектов в пространстве (по трем координатам). Большая точность в оценке пространства и пространственных отношений обеспечивается за счет выраженной аналитической способности зрительного анализатора, константности восприятия, визуализации представлений, широкой возможности оперирования пространственными зрительными образами.

Человеческая зрительная система при операторной деятельности имеет механизмы настройки:

1. Направление глаз на воспринимаемый объект осуществляется с помощью глазодвигательных мышц и фоторецепторов.
2. Изображение на сетчатке разно-удаленных объектов. Механизм аккомодации — изменение формы хрусталика в зависимости от восприятия разноудаленных объектов (0,5–1,5 сек).
3. Темновая/световая адаптация. Для различных условий восприятия (день, ночь) изменяется количество света, которое попадает в глаз. Это происходит за счет изменения диаметра зрачка (1.8 мм – 8 мм, 0.2 – 1 сек).
4. Восприятие цветных и монохромных изображений. За счет наличия фоторецепторов (палочки — сумеречное восприятие, колбочки — цветовое восприятие).

Характеристики зрительного анализатора:

### 1. Энергетические

- 1.1. Диапазон воспринимаемых яркостей.
- 1.2. Контрастность.
- 1.3. Слепящая яркость.

14. Относительная видность.

## 2. Информационные

2. 1.Пропускная способность.

## 3. Пространственные

3.1 Острота зрения.

3.2 Поле зрения.

3.3 **Объем зрительного восприятия.**

## 4. Временные

4.1 Латентный период реакции.

4.2 Длительность инерции ощущения.

4.3 Критическая частота мелькания.

4.4 Время адаптации.

4.5 Длительность информационного поиска.

## Слуховая система.

Характерные особенности слухового анализатора:

1. Способность быть готовым к приему информации в любой момент времени и в любой точке операционного пространства.
2. Способность воспринимать звуки в широком диапазоне частот.
3. Способность со значительной точностью устанавливать местоположение источника звука.
4. Второй по объему принимаемой информации.

Параметры, используемые при звуковых сигналах:

Амплитуда, частота, длительность звука, форма звуковой волны.

**Антропометрические характеристики.** Антропометрические характеристики определяют размеры тела человека и отдельных его частей, являются случайными величинами, подчиненными нормальному закону распределения.

Виды антропометрические характеристики:

**1. Статические размеры.** Используют для установления конструктивных размеров рабочего места ЧО для определения диапазона рабочих движений, а также при конструировании роботов, манекенов и проведения эргономической экспертизы. Бывают линейные и дуговые.

Соматические размеры отдельных частей тела:

· размер головы;

· размер стопы; ·

размер кисти.

**2. Динамические размеры.** Используют для определения объема рабочих движений, зоны досягаемости и видимости. По динамическим размерам строятся расчеты пространственных характеристик рабочего места.

Основными компонентами любой эргатической системы является трудовой пост или рабочее место.

**Выделение и рассмотрение понятия** трудовой пост и его структура важно для уточнения производственного «смысла» данной профессиональной деятельности.

Трудовой пост - это многомерное, разно - и многопризнаковое системное образование, основными составляющими которого являются: цели, представление о результате труда; заданный предмет труда; система средств труда; система профессиональных служебных обязанностей; система прав работника; производственная среда (предметные и социальные условия труда).

Рабочее место определяется не его конкретным местом (стол и стул) в конкретном помещении, а целой системой разнообразных условий, обеспечивающих выполнение его основных обязанностей (а не просто "отсидивание" на конкретном стуле и, по сути, имитацию работы). Такое понимание "трудового поста", возможно, поможет многим работникам, особенно творческих профессий, проще отвечать на несправедливые упреки начальства в том, что их "не видно на рабочем месте".

### **6.3. Основные эргатические функции.**

Технический прогресс в промышленном производстве, на транспорте, в энергетике и военном деле сопровождается автоматизацией производственных процессов, внедрением вычислительной техники и информационных технологий. Совершенствование труда, его средств неизбежно сопряжено с постоянным перераспределением функций между работником и техническими средствами труда. Трудовую функцию, переданную от человека техническому устройству, уже неуместно продолжать называть собственно трудовой, поскольку труд есть специфически человеческая деятельность, предполагающая сознательную регуляцию. Паровой молот не трудится, а функционирует, реализует рабочую функцию. Таким образом, трудовые функции, переданные средству труда, претерпевают определенные преобразования. Поэтому для их обозначения используется более общее понятие - эргатическая функция.

*Эргатическая функция* – это любая функция, характеризующая данную эргатическую систему (трудовая функция или функция средств труда).

Изучение эргатических функций позволяет решать следующие задачи:

- • организация труда работников на различных трудовых постах;
- • изучение психологических закономерностей информационного взаимодействия человека и технических средств труда в условиях опосредованного управления внешним миром (объектами, процессами);
- • проектирование, создание и эксплуатация технических средств труда, соответствующих структурным и функциональным возможностям человека;
- • совершенствование систем профессионального обучения.

### **Перечень основных эргатических функций:**

#### ***I Функции духовного производства:***

- 1) построение идеологии;
- 2) построение ближайших перспектив развития сообщества;
- 3) целеполагание;
- 4) накопление истинных знаний;
- 5) Накопление эмоционального опыта;
- 6) Построение смыслов трудовой деятельности;

#### ***II Функции производства упорядоченности социальных процессов:***

- 1) построение общественных норм и правил;
- 2) построение социальных коммуникаций и власти;
- 3) построение общих планов деятельности;
- 4) построение защиты эргатической системы от помех, отклонений, разрушения;

#### ***III Функции производства полезных действий и обслуживания и самообслуживания:***

- 1) построение жизнеобеспечения субъекта труда;
- 2) построение средств стабилизации, восстановления, развития (режим работы, обучение, лечение, ремонт, совершенствование эргатической системы)

#### ***IV Функции материального производства:***

- 1) оперативно-гностические функции (прием, переработка и хранение информации, принятие решения).
- 2) оперативно-практические функции (организация предметной и социальной среды, внешних средств работы, себя самого, управление средством и т.д.).

Понятие «эргатические функции» является более широким, чем «трудовые функции», и помогает описать ряд специфических сфер профессиональной деятельности человека. Эргатическая функция – любая активность, характеризующая данную эргатическую систему. Эргатическая функция определяется как любое уменьшение неопределенности связей внутренних элементов системы и ее связей с внешними элементами (внешними условиями, обстоятельствами, целями и др.) Например, работник не может найти нужный инструмент (нужный документ) - у него нет порядка (условия не соответствуют работе). Следовательно, надо навести порядок, т.е. привести в соответствие цели труда, средства и условия.

#### 6.4. Особенности эргатических систем управления.

Эргатические системы управления (ЭСУ) — это системы, которые включают в качестве элементов, как технические системы, так и людей, взаимодействующих с этими системами. Для эффективного функционирования подобных систем необходимо выбирать рациональные способы взаимодействия людей с техникой на основании выводов эргономики. Эргатические системы управления делятся на простые, такие, как "автомобиль — водитель", "самолет — летчик", "ЭВМ — исследователь", "управляемый объект — оператор" и т.п., и большие сложные, которыми являются, например, автоматизированные системы управления (АСУ). Различают два основных типа АСУ: системы организационно-экономического, или административного, управления и системы управления техническими процессами. Для первых, объектами управления являются предприятия, отрасли народного хозяйства, министерства, ведомства, т.е. коллективы людей, которые используют различные машины, процессы, приборы, устройства. В АСУ технологическими процессами основной формой передачи информации являются различные сигналы (электрические, световые, механические и др.), в системах же организационно-экономического управления основная форма передачи информации — документ. В настоящее время наметилась тенденция слияния двух видов систем в единые интегрированные системы управления, тем самым грани между ними, до известной степени, стираются.

Особенностью эргатических систем является то, что в контур управления, т.е. в управляющую систему, включен сам человек-оператор или коллектив людей-операторов.

Особенности управления ЭСУ состоят в том, что психофизиологические свойства человека-оператора должны быть включены в параметры (свойства) управляющей системы. Закон управления для таких систем также может быть спроектирован заранее с гарантией качества управления, как и в технических системах. Если функционирование ЭСУ происходит в условиях неопределенности, то качество управления обеспечивается качеством работы человека-оператора. Более содержательное обобщение особенностей ЭСУ представлено в табл. 3.1.

Таблица 6.1. Особенности эргатических систем управления

Группы особенностей	Особенности и их сущность
---------------------	---------------------------

Функциональные	<p>Наличие общей задачи и единой цели функционирования для всей системы. Сложность поведения, связанная со случайным характером внешних воздействий и большим количеством обратных связей внутри системы.</p> <p>Устойчивость к внешним и внутренним помехам и наличие самоорганизации и адаптации к различным воздействиям.</p> <p>Надежность системы в целом, построенной из неабсолютно надежных компонентов.</p> <p>Способность к развитию, выражающаяся в способности изменять функции и структуру</p>
Структурные	<p>Большое количество взаимодействующих частей или элементов, составляющих систему — целостное образование. Возможность выделения групп взаимодействующих элементов-подсистем, имеющих свое специальное назначение и цель функционирования.</p> <p>Наличие иерархической структуры связей подсистем и иерархии критериев качества функционирования всей системы. Высокая степень неоднородности состава элементов. Большая территориальная рассредоточенность подсистем (элементов). Динамичность структуры</p>
Изготовления	<p>Значительные затраты на разработку и изготовление.</p> <p>Многообразие возможных допустимых вариантов построения и функционирования системы. Необходимость привлечения для проектирования, создания системы многих научных дисциплин. Несоответствие проектных решений, определенных в документации, реализованным проектным решениям из-за расхождения моделей разработчиков на этапах проектирования. Необходимость ввода в строй одновременно всех элементов</p>
Эксплуатационные	<p>Большой объем циркулирующей в системе информации, эффективная обработка которой вручную практически невозможна. Осуществление прогноза последствий нештатных (аварийных) ситуаций.</p> <p>Невозможность достоверно прогнозировать воздействие на систему непрерывно изменяющейся окружающей среды вследствие неполноты информации о возможных изменениях в среде за период жизненного цикла системы. Необходимость развитой инфраструктуры, обеспечивающей ремонт и восстановление компонентов ЭСУ.</p> <p>Многokратное частичное изменение структуры и состава системы в процессе ее функционирования, связанной с непрогнозируемыми изменениями внешней среды, уточнением параметров самой системы и целей ее функционирования</p>

Эргономические	<p>Основной функцией человека в ЭСУ является управление.</p> <p>Способность человека оперировать нечеткими представлениями, воспринимать сложные объекты, процессы или явления как единое целое. Умение творчески, гибко действовать в сложных непредвиденных ситуациях в условиях недостаточной или не полностью достоверной информации.</p> <p>Способность переходить от одних технологий управления к другим в зависимости от конкретных управленческих ситуаций. Непредсказуемость поведения, настроения, работоспособности человека.</p> <p>Субъективный характер принимаемых человеком решений, особенно в условиях острого дефицита времени и отсутствия достаточно полной информации, возможность случайных и преднамеренных ошибок при обработке информации или формировании информационных сообщений. Низкая вычислительная мощность человека, неспособность воспринимать большое число вариантов исходов, прогнозировать результаты принятых решений.</p>
----------------	--

По мере усложнения ЭСУ все ощутимее становятся потери от несоответствия характеристик технических средств возможностям человека. При этом основные трудности связаны не только с совершенствованием технических и программных средств, но и с недостаточным развитием методов учета человеческого фактора при создании и эксплуатации сложных ЭСУ.

Можно выделить следующие инженерно-психологические проблемы, требующие решения в процессе создания и эксплуатации сложных ЭСУ.

Первая проблема: компенсация ошибочных (в первую очередь непреднамеренных, но также и преднамеренных) действий человека, влекущих за собой негативные последствия для функционирования ЭСУ. В ЭСУ должны быть учтены: забывчивость оператора, возможность его ошибки, непостоянство внимания и т.п. Если решение, принятое человеком, может привести систему в аварийный режим (контроль осуществляет сама система), то это решение не должно восприниматься, о чем система должна сигнализировать оператору.

Подобные действия в состоянии выполнять лишь сложная система с хорошо развитыми средствами интеллектуальной поддержки операторов.

Вторая проблема: формализация психологических аспектов мыслительной деятельности человека в процессе выработки решений по реализации какой-либо задачи и учет их в системах искусственного интеллекта (ИИ), формирующих соответствующие решения. Проблема формализации основных схем поведения и психологических характеристик человека-оператора связана с попытками создания математических моделей деятельности человека. Это обусловлено, прежде всего необходимостью создания единого языка описания функционирования системы в целом, причем принято считать, что разработка математических моделей деятельности является одним из перспективных путей решения этой проблемы. Вместе с тем в процессе проектирования деятельности подчас целесообразно автоматизировать те или иные функции человека-оператора, т.е. поручить выполнение их техническим средствам, носящим в себе черты модели, соответствующей деятельности человека. Движение любого объекта обусловлено его собственными свойствами и действием на него управляющих сил. В целом объект и система

управления им образуют динамическую систему, движение которой может быть описано дифференциальными уравнениями. Класс таких дифференциальных уравнений определяется динамикой конкретной системы. Обычно динамическая система описывается сложной системой нелинейных дифференциальных уравнений высокого порядка со случайными параметрами, аналитического выражения для которых до сих пор не существует.

Для всех систем, за исключением простейших, истинное явление можно описать с помощью уравнений лишь приближенно. Это обусловлено тем, что мы не знаем всех факторов, влияющих на систему, или получаем слишком громоздкие уравнения, которые современными средствами решать весьма сложно. Обычно рассматривается небольшое число аспектов поведения ЭСУ.

Основной принцип построения моделей заключается в том, что результаты, получаемые с помощью моделей, должны соответствовать экспериментальным данным и, кроме того, модель должна давать возможность получать новую информацию о системе или объекте.

Третья проблема: определение "границ возможного" в деятельности человека и возможностей техники для оптимального распределения функций между ними. Пределы функционирования сложных систем определяются условиями и воздействиями, приводящими к срыву деятельности. В этом смысле срыв операторской деятельности является одной из глобальных проблем, стоящих перед проектировщиками сложных ЭСУ. Цель проектирования прежде всего состоит в том, чтобы избежать, исключить возможность аварий (прекращения деятельности) современных систем, которые неотвратимы при срыве деятельности человека-оператора. Степень согласованности характеристик технических средств с психофизическими характеристиками человека-оператора определяет эффективность деятельности. Срыв деятельности характеризуется нулевой и даже отрицательной эффективностью. Он может наступить, например, при повышении темпа поступления информации. Выделяют следующие аспекты срыва операторской деятельности, исследование которых необходимо при проектировании:

- определение критических значений потока информации в зависимости от способов деятельности;
- оценка влияния автоматизации процессов управления на устойчивость операторской деятельности;
- выявление "слабых" звеньев в структуре деятельности в целях проектирования наилучших способов деятельности;
- определение стадий (фаз) срывов деятельности с выявлением необходимых перестроек, переходов от одного способа деятельности к другому при обнаружении возможности срыва деятельности;
- определение допустимых границ изменений функционального состояния оператора;
- определение границ между областями устойчивой деятельности срывов деятельности, т.е. определение тех требований, которые проектировщики систем могут предъявить к человеку-оператору в соответствии с функциональными возможностями операторов конкретных систем.

Четвертая проблема: формализация основных схем поведения (их еще называют алгоритмами, или последовательностями, деятельности) человека в зависимости от сложившейся ситуации и предложение оператору (лицу, принимающему решение) лучшей (по какому-то критерию) из них.

К этому классу задач относятся:

- классификация типов поведения;
- моделирование поступков; - определение траектории поведения;
- формирование поведения и др.

Пятая проблема: определение психологических характеристик человека и их диапазонов для обеспечения комфортного общения человека и техники, использование современных технологий и техники для уменьшения потребности адаптации людей к системе.

Современные средства взаимодействия человека и техники представляют собой сложный комплекс, включающий различные компоненты: планирование, информирование и управление общением; формализацию облика информации, интерпретацию сообщений; представление, обработку данных и принятие решения; обеспечение надежности и др.

Основной тенденцией перспективного развития и совершенствования средств взаимодействия является создание адаптивных интеллектуальных систем, учитывающих целесообразное распределение нагрузки между искусственным интеллектом ЭВМ и интеллектом.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое эргатическая система?
2. Назовите основные элементы иерархических систем,
3. Назовите признаки классификации эргатических систем.
4. Поясните, что представляет собой дифференциальная информационная модель.
5. Перечислите **основные эргатических функции.**
6. Назовите особенности эргатических систем управления