

Раздел 1. Теория систем

Тема 3. Классификация систем

3.1. Назначение, основные трудности построения, разновидности и принципы классификации

Классификация (от латинского *classis* – разряд, класс, группа). Под классами понимается совокупность объектов, обладающих некоторыми признаками общности. Признак (или совокупность признаков) является основанием (критерием) классификации.

Несмотря на то, что многообразие систем довольно велико и совершенно одинаковых систем в природе не существует, между некоторыми из них всегда можно найти сходства по тому или иному признаку. Отсюда возникает понятие классификации — разбиения всего множества систем на непересекающиеся подмножества — классы, которые имеют некоторые схожие признаки, отличающие их от систем других классов. Таким образом, назначением классификации является отнесение рассматриваемых систем к нужным классам. Классификация систем помогает делать оптимальный выбор требуемых систем, экономя время и ресурсы.

Классификация – метод познания действительности, делящий исследуемые системы исследования на определенные классы посредством выделения существенных признаков на основе выявления их гомогенности (однородности) и гетерогенности (разнородности). Такое выделение позволяет изучить исследуемую систему более детально путем определения состава, свойств, внутренних и внешних связей, особенностей функционирования, назначения и путей использования.

Основные функции классификации – познавательная, упорядочивающая и прогностическая. Пример, идеальной классификации, выполняющей вышеуказанные функции, является таблица Менделеева — классификация химических элементов, позволяющая выявить зависимость их различных свойств от числа протонов в атомном ядре. Данная классификация позволила объединить все элементы в строгую периодическую систему, создало возможности не только описывать свойства имеющихся элементов, но предсказывать появление новых.

Классификация систем представляет собой исключительно сложную проблему. Основные причины сложности классификации систем:

- множество конкретных разновидностей систем;
- абстрактность понимания самой системы;
- отсутствие четких общих параметров характеризующих систему.

При проведении исследований выделяют следующие два вида классификации:

- деление общего: деление исследуемого объекта по определенному выделенному признаку на подклассы. Например, дома: жилые и нежилые, пятиэтажные и девятиэтажные и т. д.;

- разделение целого: из целого исследуемого объекта выделяются составные части по классификационному признаку, который должен отражать целостность исследуемого объекта. Например, дом состоит из фундамента, каркаса и крыши. В данном примере критерием классификации являются составные части, совокупность которых образует дом.

Основные принципы классификации. При исследовании систем необходимо руководствоваться следующими классификационными принципами:

- единства классификационного критерия: осуществляя классификацию, нельзя менять критерий в рамках одной классификационной группы;
- соблюдения соразмерности деления исследуемого объекта: объем делимого объекта должен быть равен объему выделенных понятий;
- отнесения каждой однородной группы классифицируемого объекта только к одной видовой группе, выделенные понятия не могут одновременно относиться к двум классификационным группам;
- использования многоступенчатой классификации: для детализации основных черт исследуемого объекта производится ступенчатая классификация в виде «дерева» исследуемого объекта;
- обеспечения классификационной полноты для каждой ступени классификации: не допускается деление одной части исследуемого объекта на классы, а другой – на подклассы.

Одной из первых попыток классификации систем была попытка Александра Богданова (1873-1928). Суть его классификации в том, что в результате непрерывного взаимодействия формируется три вида систем, которые различаются по степени их организованности — организованные, неорганизованные и нейтральные.

В настоящее время существуют самые разнообразные подходы к классификации систем. Полной классификации систем в настоящее время нет, более того, не выработаны окончательно ее принципы. Анализ известных классификаций систем показал, что наиболее полной, в которой положена концепция объясняющая классифицируемые явления, является сущностная классификация предложенная Ю.П. Сурминым.

3.2. Сущностная классификация систем Ю.П. Сурмина.

Анализ известных классификаций систем показал, что наиболее полной, в которой положена концепция объясняющая классифицируемые явления, является сущностная классификация предложенная Ю.П. Сурминым.

Концептуальный подход к классификации делает ее сущностной (рис. 3.1.).

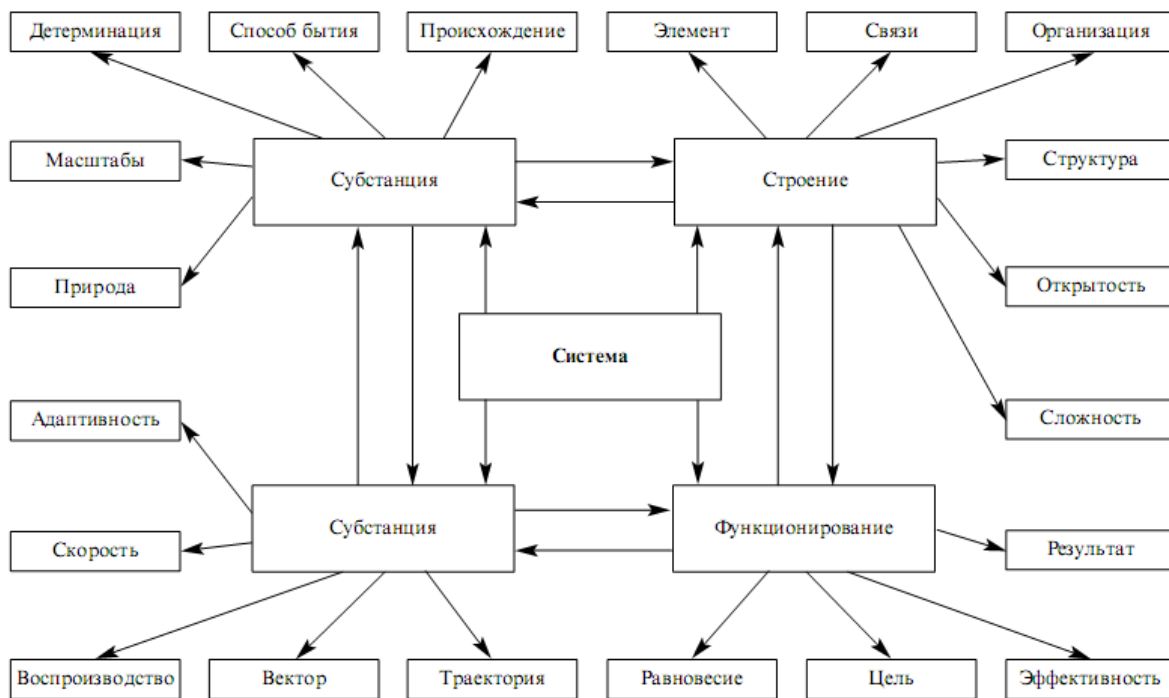


Рис. 3. 1. Интерпретация основных составляющих системы

Данной классификация, характеризует системы четырьмя основными параметрами: субстанция, строение, функционирование и развитие.

При этом под субстанцией понимается сущностное свойство предмета как целостности, основание и центр всех его изменений, активную их причину и источник функционирования. Под строением системы подразумевается наличие в системе элементов, связей и организации. Функционирование рассматривается как процесс реализации системой своих функций, а развитие — как процесс качественных изменений системы. Тогда система — это структурно-функциональная развивающаяся субстанциональная целостность.

Каждая из четырех составляющих сущностной характеристики системы может быть представлена совокупностями, основополагающих параметров, соответствующих их природе. Так, субстанция может быть представлена природой систем, их сложностью, масштабами, детерминацией, происхождением и способом бытия. Для строения свойственны элементы, связи, организация, структура и сложность. Функционирование выражается равновесием, целью, результатом и эффективностью. Развитие характеризуется адаптивностью, скоростью, воспроизводством, вектором и траекторией.

На основании выделенных параметров можно дать классификацию системы на субстанциональном уровне, уровнях строения, функционирования и развития (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Классификация систем

Основание	Система	
классификации	Вид	Характеристика

1	2	3
Субстанциональный уровень системы		
Природа системы	Физическая	Совокупность физических элементов, интегрированных на физических законах (поезд, мост, космические объекты)
	Техническая	Совокупность деталей, техническое устройство (станок, конвейер, техническое устройство)
	Кибернетическая	Множество взаимосвязанных объектов — элементов системы, способных воспринимать, запоминать и перерабатывать информацию, а также обмениваться информацией (автопилот, регулятор температуры в холодильнике, ЭВМ, человеческий мозг, живой организм, биологическая популяция, человеческое общество)
	Химическая	Множество элементов, взаимосвязанных химическими связями (молекула, химическое соединение)
	Биологическая	Организмы или их сообщества (растение, животное)
	Социальная	Общество или некоторая его составляющая, развивающаяся как целое (государство, экономика, законодательство)
	Интеллектуальная	Знание, способы познания и мышления (методы научного познания, математика)
Способ существования системы	Абстрактная	Единство некоторых символов или знаков (теория, система исчисления)
	Материальная	Совокупность материальных

		явлений (город, горная система)
Характер детерминации	Стохастическая, вероятностная	Поведение носит вероятностный характер (ценообразование, игра)
	Детерминированная	Поведение предопределено (падение предметов)
Происхождение систем	Естественная	Возникает и развивается естественно, без вмешательства человека
	Искусственная	Возникает и развивается благодаря человеку
	Естественно-искусственная	Возникает и развивается естественно и путем вмешательства человека
Масштабы	Микромасштабная	Относительно небольшое образование (малая или контактная группа, вирусы)
	Макромасштабная	Значительное по размеру образование
	Метасистема	Сверхбольшое образование (общество, планета)
	Мегосистема	Бесконечное по размеру образование (Вселенная)
Уровень строения системы		
Количество элементов	Одноклеточная	Состоит из одного элемента (Земля, клетка)
	Бинарная	Состоит из двух элементов (Земля — Луна)
	Тринарная	Состоит из трех элементов (системы треугольники)
	Четырехэлемент	Состоит из четырех элементов

	<i>тняя</i>	(футбольное поле)
	<i>Многоэлементная</i>	Состоит из многих элементов (план города)
<i>Степень открытости</i>	<i>Открытая</i>	Открыта для воздействия внешней среды (демократическое общество)
	<i>Закрытая</i>	Закрыта для воздействия внешней среды (тоталитарное общество)
<i>Характер взаимодействия элементов</i>	<i>Координационная</i>	Элементы отличаются равноправием (дружба, отделы одного уровня в системе управления)
	<i>Иерархическая</i>	Элементы соподчинены (система управления)
	<i>Координационно-иерархическая</i>	Объединяет равноправные и неравноправные элементы (общество)
<i>Степень организованности</i>	<i>Недостаточно организованная система, или хаос-система</i>	Переходная экономика, реорганизуемое предприятие, кризис
	<i>Суммативная</i>	Неразвитое взаимодействие между элементами (империя Александра Македонского)
	<i>Организованная</i>	Выраженные организационными структурами (правительство, предприятие)
	<i>Заорганизованная</i>	Однозначно предопределенное поведение элементов (армия, тюрьма)
<i>Степень сложности системы</i>	<i>Простая</i>	Состоит из небольшого числа элементов и связей между ними (телефонный абонент)

	<i>Сложная</i>	Включает в себя большое число простых систем (телефонная станция)
	<i>Сверхсложная</i>	Включает в себя большое число сложных систем (телефонная связь)
<i>Тип структуры</i>	<i>Линейная</i>	Линейная структура взаимосвязи элементов (цепь, участок метро)
	<i>Сотовая</i>	Разветвленные связи, множество путей прохождения информации (связь)
	<i>Иерархическая</i>	Соподчинение элементов (власть)
	<i>Смешанная</i>	Наличие всех типов структуры (предприятие)
<i>Наличие информации о строении системы</i>	<i>“Черный ящик”</i>	С неизвестным строением
	<i>“Серый ящик”</i>	С наличием некоторой информации о ее строении
	<i>“Белый ящик”</i>	С известным строением
<i>Уровень функционирования системы</i>		
<i>Характер воспроизводства</i>	<i>Воспроизводима я</i> <i>Окружающей средой</i>	Последствия любых действий
	<i>Воспроизводяща я</i> <i>себе подобных</i>	Животные, растения
<i>Количество функций</i>	<i>Монофункциональная</i>	Реализация одной функции (контроль)

	Полифункциональная	Реализация одновременно нескольких функций (система управления)
Характер размещения	Плоскостная	Размещена в плоскости (земельный участок)
	Трехмерно-Пространственная система	Городская среда
	Многомерная	Социальная технология
Равновесие	Равновесная	Сохранение равновесия (рынок)
	Неравновесная	Нарушение равновесия (конфликт)
Цель	Одноцелевая	Ориентирована на достижение одной цели (карьера, система обслуживания)
	Многоцелевая	Направлена на достижение нескольких целей (человек, многопрофильная фирма)
Эффективность	Неэффективная	Отличается низкой эффективностью (погрузка неподготовленными людьми)
	Средней эффективности	Свойственна выраженная эффективность (грузчик)
	Эффективная	Со значительной эффективностью (автопогрузчик)
Результат	С нулевым результатом	Не имеет результата (пассивный работник)
	Результативная	Отличается результативностью (активный работник)
	С высоким	Высокий синергетический результат (работого-

	<i>результатом</i>	лик)
Уровень развития системы		
Способность приспосабливаться	Адаптивная	Способность приспосабливаться, не теряя своей идентичности (успевающие студенты первого курса)
	Неадаптивная	Не обладает способностью приспосабливаться (неуспевающие студенты первого курса)
Способность к движению (скорость)	Статическая	Статические, неменяющиеся образования (скала)
	Динамическая	Характеризуется изменяемостью (экономика наиболее развитых стран)
Вектор развития	Восходящего развития	Свойственен рост показателей развития с той или иной скоростью (экономика периода подъема, политики с нарастающими рейтингами)
	Нисходящая	Присуще падение показателей развития с той или иной скоростью (кризисная экономика, политика с падающей поддержкой электората)
	Стабильная	Свойственно сохранение показателей (системы устойчивого развития)
Способность самовоспроизводства	Неорганическая	Неспособность к самовоспроизводству (механические, технические системы)
	Органическая	Способность к самовоспроизводству (организмы)

<i>Этап развития</i>	<i>Система-зародыш</i>	Находится на стадии возникновения (зародыши)
	<i>Детская</i>	На стадии становления (ребенок, новое государство)
	<i>Молодая</i>	В процессе достижения зрелости (молодежь, молодое государство)
	<i>Зрелая</i>	Соответствует всем качествам зрелости (человек среднего возраста, развитое демократическое государство)
	<i>Кризисная</i>	В процессе падения показателей, разрушения и перестройки (кризисная экономика)
	<i>Переходная</i>	Переходит из одного состояния в другое (украинская экономика)
	<i>Деградирующая</i>	Доминирование процессов ухудшения показателей и разрушения (экономика Украины начала 90-х годов)
<i>Траектория развития</i>	<i>Линейная</i>	Подчиняется линейной функции развития (линейные зависимости)
	<i>Нелинейная</i>	Подчиняется нелинейным функциям развития (население планеты)

Данная классификация может быть углублена по нескольким направлениям. Во-первых, она представляет собой дерево, ветвями которого выступают выделенные по основаниям виды систем. Отсюда каждую конкретную разновидность системы можно представить посредством фиксации ее характеристик по каждому срезу и основанию. Например, кибернетическая система — множество взаимосвязанных объектов (элементов системы), способных воспринимать, запоминать и перерабатывать информацию, а также обмениваться информацией. Система включает также связи между элементами. Элементы и связи между ними могут обладать свойствами (показателями), каждое из которых принимает некоторое множество значений. Примеры кибернетических систем: автопилот, регулятор температуры в холодильнике, ЭВМ, человеческий мозг, живой организм, биологическая популяция, человеческое общество. Кибернетические системы по степени сложности различают: простые, сложные и сверхсложные. Некоторые из них могут быть детерминированными, а некоторые — стохастическими. Отсюда получим, например, такую классификацию систем:

- простые детерминированные системы: холодильник с регулятором; размещение станков в цехе; система автобусных маршрутов; семейный бюджет; расписание занятий факультета;

- сложные детерминированные системы: ЭВМ; цветной телевизор; сборочный цех;
- сверхсложные детерминированные системы: шахматы;
- простые вероятностные системы: лотерея; система статистического контроля продукции на предприятии;
- сложные вероятностные системы: материально-технического снабжения на предприятии; диспетчеризации движения самолетов вблизи крупного аэропорта; система диспетчеризации транспортной системы страны;
- сверхсложные вероятностные системы: предприятие в целом включая все его технические, экономические, административные, социальные характеристики; общество; человеческий мозг.

Второй путь углубления классификации заключается в поисках подвидов по каждому виду. Выделяют несколько разновидностей систем по типу нелинейной функции или в качестве разновидностей кибернетических систем можно представить, например, системы по принципу “черного ящика” и системы по принципу «серого» и «белого ящика».

3.3. Классификация информационных систем

Информационные системы могут значительно различаться по типам объектов, характером и объемом решаемых задач и рядом других признаков. Общепринятой классификации информационных систем как систем вообще, до сих пор не существует, поэтому их можно классифицировать по различным признакам, что вызвало существование нескольких различных классификаций.

Информационные системы характеризуются – многоаспектностью, многофункциональностью и различными сферами применения. Поэтому классифицировать информационные системы сложно, а признаки известных классификаций, как правило, отражают цели того, кто осуществляет классификацию.

Если это изучение лишь некоторых **свойств информационных систем**, то можно классифицировать, например, по следующим свойствам.

1). **Степень автоматизации** информационных процессов.

Она может быть разной. Могут быть системы: автоматизированные, слабо автоматизированные и не автоматизированные.

2) **Уровень интеграции** информационных процессов. Могут быть системы: интегрированные (процессные) информационные системы, выполненные на единой информационной базе и обеспечивающие сквозную связь между всеми элементами системы; функционально-позадачные системы (состоящие из локальных частей)

Функционально-позадачные системы содержат локальные подсистемы слабо связанные между собой.

3). **Вид обрабатываемой информации.** По виду обрабатываемой информации системы делятся на: документальные и фактографические.

Документальные информационные системы предназначены для поиска неструктурированной

информации, находящейся в текстовых (книги, статьи, рефераты, приказы и т.д.) или графических документах. Яркий пример – поисковики в Интернет.

Фактографические информационные системы - оперируют фактическими сведениями, представленными в виде специальным образом организованных совокупностей формализованных записей данных. Центральное функциональное звено фактографической информационной системы – СУБД. Фактографические информационные системы используются не только для реализации справочных функций, но и для решения задач обработки данных. Под обработкой данных понимается специальный класс решаемых на ЭВМ задач, связанных с вводом, хранением, сортировкой, отбором и группировкой записей данных однородной структуры. Эти задачи предусматривают представление пользователям итоговых результатов обработки в виде отчетов табличной формы.

4). **Отраслевая принадлежность.** Имеющаяся в отраслях специфика обработки информации в различных отраслях отражается на структуре информационных систем. Например, информационная система предприятий связи, промышленных предприятий, транспортных предприятий, банков, налоговых структур и т.д.

5). **Уровень обслуживаемой системы управления** - федеральный, региональный, муниципальный, офисный, личный.

По **классу решаемых задач** информационные системы делятся на:

- вычислительные предназначенные для решения математических (технических) задач (например, управление робототехническими комплексами, средствами связи, железнодорожным и иным транспортом, летательными аппаратами и т.д.);
- информационные (управленческие) предназначенные для решения оперативных и аналитических задач.

Имеются и **иные классификации информационных систем**, например:

- по масштабам применения - настольные и офисные;
- по признаку структурированности задач - структурированные (формализуемые), не структурируемые (не формализуемые), частично структурируемые;
- по функциональному признаку – производственные, маркетинговые (анализа рынка, рекламные, снабженческие и т.п.), финансовые (бухгалтерские, статистические, и т.п.), кадровые;
- по квалификации персонала и уровням управления – стратегические (топ-менеджеров), функциональные (менеджеров среднего звена) и оперативные (специалистов);
- по характеру обработки информации: системы обработки данных, системы управления, система поддержки принятия решений;
- по оперативности обработки данных – пакетной обработки и оперативные;
- по степени автоматизации - ручные, автоматические, автоматизированные;
- по характеру использования информации - на информационно-поисковые, информационно-справочные, информационно-решающие, управляющие, советующие и т.п.;

- по степени централизации обработки информации — на централизованные, децентрализованные, информационные системы коллективного использования;
- по характеру использования вычислительных ресурсов – локальные и распределенные;
- по сфере деятельности - на государственные, территориальные (региональные), отраслевые, объединений, предприятий или учреждений, технологических процессов;
- по классу реализуемых технологических операций - на системы с текстовыми редакторами, системы с табличными редакторами, СУБД, СУБЗ, системы с графикой, мультимедиа, гипертекстом;
- по месту в процессе управления предприятия – на АРМ специалиста, ИС руководителя, ИС внешнего контролера, интегрированные системы, объединяющие в себе часть или все из этих функций;
- по режиму работы - пакетные, диалоговые и смешанные

Данную классификацию можно продолжить и вводить новые классификационные признаки.

3.4. Классификация систем «человек – машина» (СЧМ).

Разными авторами предлагается общее представление о системе «человек-машина» - СЧМ. Так, например, Пряжникова Е.Ю. выделяет следующие признаки классификации СЧМ.

По степени участия в работе системы человека: 1) автоматические (работающие практически без человека); 2) автоматизированные (человек работает вместе с техническими средствами); 3) неавтоматизированные (человек больше работает без применения сложных технических средств).

По целевому назначению

- 1) управляющие (основная задача - управление машиной или комплексом);
- 2) обслуживающие (человек контролирует состояние машины, ищет неисправности, осуществляет настройку);
- 3) обучающие (тренажеры, технические средства обучения - ТСО);
- 4) информационные (радиолокационные, телевизионные и т.п.);
- 5) исследовательские (моделирующие установки, макеты).

По характеристике «человеческого звена» (человеческого фактора):

- 1) моносистемы (один человек - например, пилот или оператор станков с ЧПУ);
- 2) полисистемы (несколько человек, бригада), где выделяются «паритетные» (когда все операторы работают «на равных») и иерархические (с четкой соподчиненностью операторов).

По типу взаимодействия человека и машины:

- 1) непрерывное, постоянное (например, система «водитель – автомобиль»);
- 2) частичное, стохастическое (например: система «оператор - компьютер, ЭВМ», «наладчик - станок с ЧПУ»);
- 3) эпизодическое взаимодействие.

По типу и структуре машинного компонента в СЧМ:

- 1) инструментальные СЧМ (неотъемлемый компонент системы - инструменты и приборы, которые отличаются высокой точностью выполняемых самим человеком операций, т.е. важна роль самого человека);
- 2) простейшие человеко-машинные системы (включают стационарные и нестационарные технические устройства);
- 3) сложные человеко-машинные системы (включают целую систему взаимосвязанных аппаратов, различных по своему функциональному назначению);
- 4) системотехнические комплексы (часто система расширяется до «человек - человек – машина» - это как некая иерархия более простых систем).

Традиционно выделяются следующие показатели качества систем «человек – машина» (СЧМ).

1. **Важнейшей характеристикой СЧМ** является ее «**эргономичность**». В целом эргономичность СЧМ предполагает:

- 1) управляемость системы (социально-психологические и психологические характеристики; возможность контролировать систему);
- 2) обслуживаемость (соответствие физиологическим и психофизиологическим характеристикам оператора);
- 3) осваиваемость (соответствие системы антропометрическим характеристикам оператора);
- 4) обитаемость (соответствие гигиеническим требованиям).

2. **Основные показатели** работы систем «человек – машина»:

- 1) быстрдействие (определяется временем прохождения информации по замкнутому контуру «человек – машина», т.е. время, отсчитываемое от момента приема сигнала до реакции на сигнал);
- 2) надежность и точность работы оператора (степень вероятности правильного решения задач оператором);
- 3) своевременность решения задачи (как вероятность того, что поставленная задача будет решена вовремя, т.е. не позже установленного времени);
- 4) безопасность труда оператора (как снижение вероятности травм и аварий);
- 5) степень автоматизированности СЧМ (как относительное количество информации,

перерабатываемой автоматическими устройствами);

б) экономические показатели (полные затраты на проектирование, создание и эксплуатацию СЧМ).

Заметим, что по всем этим показателям возможно производить достаточно точные измерения, что позволяет использовать в инженерной психологии современные математико-статистические средства.

3. Классификация основных условий (элементов), определяющих эффективность труда:

1) санитарно-гигиенические условия: освещенность (естественная, искусственная); вредные вещества (пары, газы, аэрозоли); микроклимат (температура, влажность, скорость движения воздуха); механические колебания (вибрации, шум, ультразвук); излучения (инфракрасное, ультрафиолетовое, ионизирующее, электромагнитное, волны радиочастот); атмосферное давление (повышенное, пониженное); профессиональные инфекции и биологические агенты (микроорганизмы, профессиональные инфекции, растения, животные);

2) психофизиологические («трудовые») элементы: физическая нагрузка (энергозатраты - в ккал/ч; грузооборот за смену - в КГМ); рабочая поза; нервно-психическая нагрузка; монотонность трудового процесса; режим труда и отдыха (внутрисменные, суточный, недельный, годовой); травмоопасности

3) эстетические элементы: гармоничность цветоцветовой композиции; гармоничность звуковой среды; ароматичность запахов; композиционная согласованность природного пейзажа; композиционная целостность интерьеров рабочих помещений; композиционная согласованность компонентов технологического оборудования; композиционная согласованность компонентов дополняющих объектов (объектов, не несущих функциональной нагрузки; временных объектов); гармоничность рабочих поз и трудовых движений;

4) социально-психологические элементы: сплоченность коллектива; характер межгрупповых отношений в коллективе (лидерство, производственные конфликты); внепрофессиональные факторы (бытовые условия, семейные отношения).

Контрольные вопросы

1. Назовите трудности построения и основные функции классификации систем.
2. Назовите основные уровни сущностная классификация.
3. В чем суть классификация информационных систем.
4. Назовите этапы становления и развития системных представлений человечества.
5. Назовите основные признаки классификации систем «человек - машина».
6. Назовите основные способы разбиение множества систем на классы.

