**Лекция 2.**

**Простейшие детерминированные модели технических систем**

Научное описание исследуемых объектов исторически начиналось с детерминированного подхода, который основан на следующем постулате: если выполнен некоторый комплекс условий, то вытекающее из них единственно возможное состояние объекта всегда наступает со 100 % вероятностью. Примером детерминированного описания исследуемых объектов является классическая механика, расцвет которой пришелся на XIX век.

По мере накопления знаний о поведении исследуемых объектов были выявлены новые закономерности, называемые стохастическими. Если объект исследования подчиняется стохастическим закономерностям, то даже при строгом соблюдении всех условий вытекающее из них состояние принципиально неоднозначно и может быть предсказано лишь с определенной вероятностью методами математической статистики. Математическая статистика позволяет описывать исследуемый объект в условиях неопределенности, причем, и это необходимо подчеркнуть, изучение объектов, подчиняющихся стохастическим закономерностям, организуется путем создания и анализа случайных экспериментальных ситуаций. В настоящее время статистические методы исследований широко используются в физике, биологии, социологии, промышленном и сельскохозяйственном производстве.

В научной литературе можно встретить понятия «хорошо организованные» (детерминированные) и «плохо организованные» (стохастические) объекты. Особенностью научного познания ХХ века является переход от изучения «хорошо организованных» объектов к изучению «плохо организованных». Несмотря на концептуальное различие детерминированного и стохастического подходов в описании исследуемых объектов, общим у них является наличие некоторой организации, постоянной в пространстве и времени. Можно предположить, что развитие науки приведет к созданию методов моделирования объектов, внутренняя структура которых со временем усложняется в результате эволюционной самоорганизации, а в дальнейшем и к моделированию «концептуально неорганизованных» систем.

Исследование объектов, описываемых детерминированными закономерностями, включает в себя расчет параметров по известным аналитическим формулам, в которых рассчитываемый параметр зависит от факторов, определяемых экспериментально. В этом случае детерминированный параметр рассчитывается с некоторой предельной абсолютной погрешностью, обусловленной несовершенством средств измерений. Однако для объекта, подчиняющегося детерминированным закономерностям, использование более точных приборов позволит уменьшить предельную абсолютную погрешность. Например, определение линейных размеров объекта может быть выполнено с различной предельной абсолютной погрешностью: 10 мм (швейный метр), 1 мм (металлическая линейка), 0.1 мм (штангенциркуль), 0.01 мм (микрометр), 0.001 мм (инструментальный оптический микроскоп).

В отличие от объектов, подчиняющихся детерминированным закономерностям, предельная абсолютная погрешность Δ*Y* параметра *Y* в объектах, подчиняющихся стохастическим закономерностям, зависит как от погрешности измерительного прибора Δ*Y*пр, так и от стохастической природы исследуемого объекта Δ*Y*ст. Математически это утверждение записывается следующим образом:

.

Если Δ*Y*пр>>Δ*Y*ст, то Δ*Y* ≈ Δ*Y*пр. В этом случае стохастической природой исследуемого объекта можно пренебречь, и он с достаточной точностью описывается только детерминированными закономерностями.

Если Δ*Y*ст>>Δ*Y*пр, то Δ*Y* ≈ Δ*Y*ст. В этом случае погрешностью измерительных приборов можно пренебречь, и исследуемый объект с достаточной точностью описывается только стохастическими закономерностями.

. Необходимые формулы.

1.1. Правила действия со степенями :

; (1)

; (2)

; (3)

; (4)

; (5)

, . (6)

1.2. Производные некоторых элементарных функций:

, , ; (7)

; (8)

; (9)

; (10)

, . (11)

1.3. Производная сложной функции

 (12)

равна



или

. (13)

2. Заданы функции  и , факторы которых определены с абсолютной погрешностью . Функция  имеет вид

,  (14)

или

, . (15)

В обоих случаях относительную погрешность параметра  рассчитывают по уравнению

. (16)

Абсолютную погрешность рассчитывают по уравнению

. (17)

**Пример 1.** Дано

 или , . (18)

Доказать, что

. (19)

**Доказательство**. Так как по уравнению (7)

 и ,

то относительную погрешность  рассчитаем по уравнениям (3), (14) – (16)

.

**Пример 2.** Дано  .

Доказать, что .

**Доказательство**. Так как по уравнению (6) , то относительную погрешность  рассчитаем по уравнениям (18) – (19)

.

**Пример 3.** Дано , .

Доказать, что .

**Доказательство**. Так как по уравнениям (8), (11)  , то относительную погрешность , рассчитаем по уравнениям (14), (16)

.

**Пример 4.** Дано , .

Доказать, что .

**Доказательство**. Так как по уравнениям (9), (10) , , то относительную погрешность  рассчитаем по уравнениям (15), (16)

.

**Пример 5.**

Дано , , , .

Доказать, что ****.

**Доказательство**. Так как по уравнениям (7), (8), (11) – (13)

,

то относительную погрешность  рассчитаем по уравнениям (14), (16)

****.

**Пример 6.** Дано , .

Доказать, что .

**Доказательство**. Так как по уравнениям (6) – (8), (10), (12) – (13) , то относительную погрешность  рассчитаем по уравнениям (14), (16)

.