

УДК 631. 3. 001. 4.

**ПРИМЕНЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ РЕШЕНИИ  
ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

**Ахунов Т.И. – профессор, Ходжиев Б.Б. – доцент,  
Юнусова С.С., н.и.к- ТАУ им. Ш. Шотемур**

***Ключевые слова:** Математические методы, инженерные задачи, динамическая система,*

Математические методы находят широкое применение при решении различных задач в области механизации процессов сельскохозяйственного производства.

Исторически первыми при исследовании процессов с.х. машин и орудий использовалась теоретическая механика (статика, кинематика и динамика), в дальнейшем начали применять теорию вероятностей, математическую статистику и аналитическую механику.

В настоящее время в прикладных областях науки получил широкое применение, разработанный в 60-70 гадах, так называемый системный подход.

Основное достоинство системного подхода состоит в том, что используемые в нём методы являются универсальными, пригодными к применению при решении задач, имеющих существенное отличие по физической природе.

Схема использования основных математических методов при решении инженерных задач приведена на рис.1.

Следует отметить, что в настоящее время отсутствуют научные методы, способные генерировать идеи, т.е. способов, которые могут дать схему новой машины, предложить новый технологический процесс, или сделать открытие в какой – либо отрасли науки и практики.

Все существующие математические методы могут выполнять только анализ некоторых процессов имеющихся машин. При этом, используя результаты выполненного анализа исследователь получает возможность синтезировать новые машины, технологические процессы, сделать открытие в физике процесса.

Встречаемые в инженерной практике, задачи можно разделить на две следующие группы (рис. 1):

1.Исследование конкретных механизмов или машин и их систем, которые имеют между собой определённые энергетические и технологические связи.

2.Исследование взаимодействия системы машин, не имеющих между собой энергетических, информационных и др. связей, находящихся в определённой технологической цепочке.

Математический аппарат, используемый в этих случаях включает:

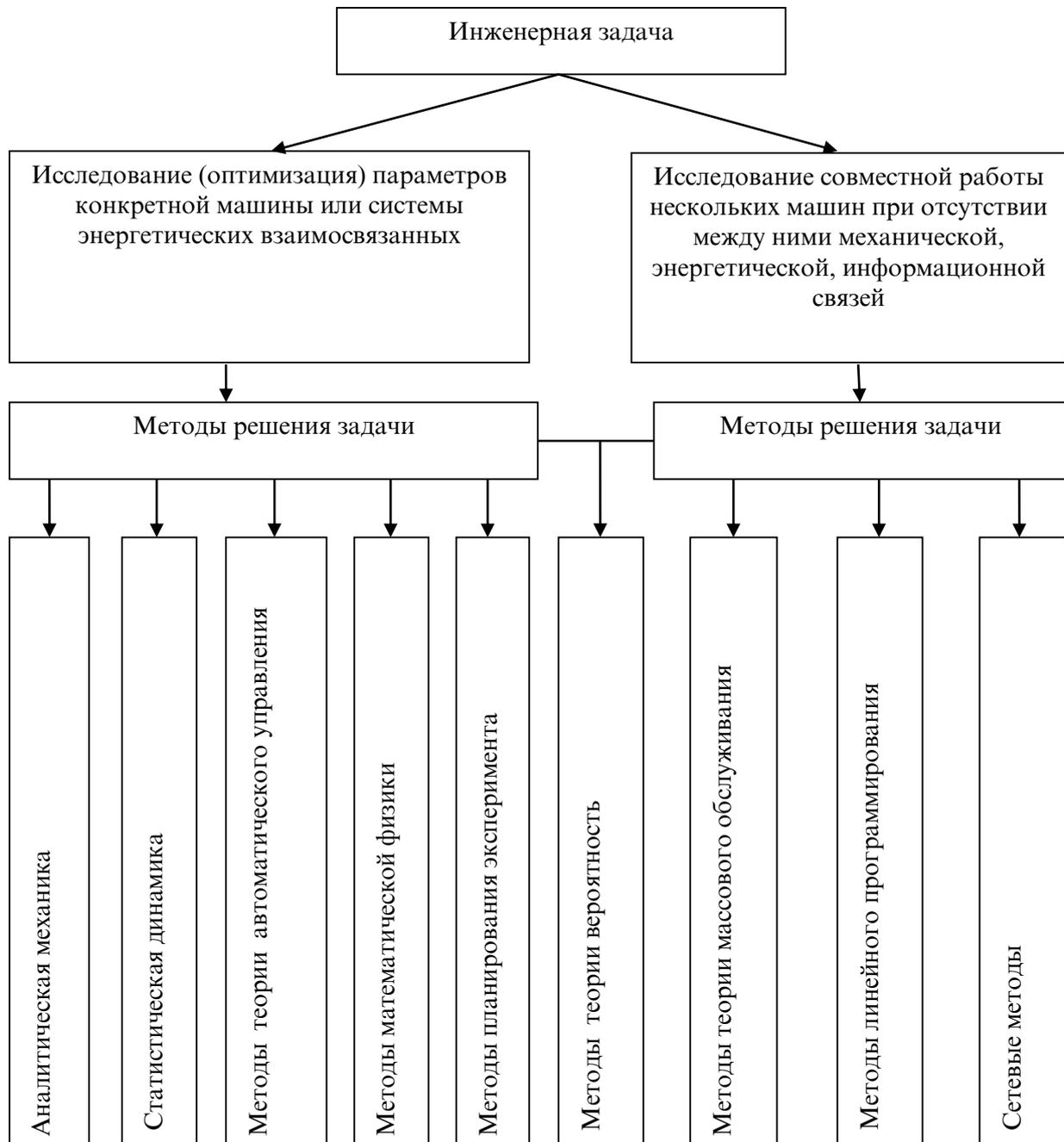
*1.Исследование конкретных машин и систем энергетически связанных между собой.*

Как показано в курсах аналитической механики, любая машина или система машин с энергетическими связями (динамическая система) имеет колебания двух видов: свободные и вынужденные, которые характеризуют процесс.

Свободные колебания машин (динамические системы) в основном зависят от внутренних свойств самих систем (масса, момент инерции, жесткость, пространственные размеры).

Вынужденные колебания системы, зависящие от внешних возмущений.

Согласно общего диалектического закона любая динамическая система стремится к состоянию, чтобы её потенциальная энергия была минимальной. Это связано уменьшением вынужденных колебаний.



**Рис.1. Схема использования математических методов при решении инженерных задач**

Известно, что соотношение между энергиями системы (кинетической и потенциальной) по любой из координат определяется уравнением Лагранжа второго рода [1,3]:

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{g}} \right) - \frac{\partial T}{\partial g} + \frac{\partial \Pi}{\partial g} + \frac{\partial \Phi}{\partial g} = 0 \quad (1)$$

где:  $t$  – время;

g - обобщенная координата;  
т – кинетическая энергия;  
п – потенциальная энергия;  
ф – функция, характеризующая погашение энергии системой.

Уравнение (1) описывает свободные колебания системы, т.е. системы на которую не действуют внешние возмущения.

Использование дифференциальных уравнений для получения динамических характеристик сельскохозяйственных агрегатов имеют определенные трудности.

Основная трудность анализа динамических характеристик сельскохозяйственных машин и орудий заключается в получении уравнений, описывающих процесс их работы в реальных условиях эксплуатации. Это объясняется тем, что определение динамических свойств с помощью составления дифференциальных уравнений пока может быть выполнено только для сравнительно простых случаев. Особую трудность представляет составление уравнений движения объектов, работа которых связано с почвой, таких, как плуг, культиватор и др.

При этом неоднородность почвы и многие другие возмущающие факторы настолько сложны и многообразны, что чисто аналитические методы определения дифференциальных уравнений, описывающих поведение объектов не имеют широкого применения.

Существует приемлемый метод, позволяющий получать приближенные линейные дифференциальные уравнения объектов в реальных условиях по передаточной функции, которая может быть получена на основании экспериментальных данных.

### *2. Методы автоматического управления*

В теории автоматического управления разработаны методы исследования устойчивости движения динамических систем путём использования различных стандартных возмущений. Анализ траекторий движения системы при подачи стандартного возмущения позволяет получить дифференциальное уравнение движения системы (идентификации систем). Это является ценным методом получения математической модели на основании экспериментальных данных [1,3]. При этом в качестве стандартных возмущений используется функция вида:

$$x = A \cdot \sin \omega t ;$$

$$x = \delta(t);$$

где:  $\delta(t)$  - дельта функция;

### *3. Статистическая динамика*

В общем виде соотношение между входным и выходным сигналами одномерной стационарной динамической системы описывается уравнением [1]:

$$y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \omega(t - \tau)x(\tau)d\tau, \quad (2)$$

где:  $\omega(t)$ - импульсная функция системы, которая определяется как реакция системы на возмущение  $\delta(t)$  (дельта функции);

$x(t)$  и  $y(t)$  – случайные функции.

В статической динамике исследуются реакции систем на случайные возмущения. Если в выражении (2)  $x(t)$  – имеет случайный характер, то случайным является и выходной сигнал  $y(t)$ .

Для стационарных случайных функции уравнение (2) записывается в виде [1,3]:

$$R_{yx} = \int_{-\infty}^{\infty} \omega(t - \tau) R_{xx} \tau(d\tau), \quad (3)$$

где:  $R_{yx}$  – взаимная корреляционная;  
 $R_{xx}$  – автокорреляционная функция.

Уравнение (3) является основным в статической динамике и позволяет решать следующие основные задачи:

1. Для заданной динамической системы  $\omega(t)$  и известном входном возмущении  $x(t)$  определить основные статические характеристики выходного процесса  $y(t)$ .

2. Задачи оптимизации динамической системы по определенному критерию выходного процесса  $y(t)$ .

3. Задачи идентификации – определение при известных  $x(t)$  и  $y(t)$  характеристику динамической системы  $\omega(t)$ .

Известно, что условия функционирования сельскохозяйственных машин значительно сложнее и разнообразнее.

В связи с этим, для решения задач по их разработке и совершенствовании необходимы широкие исследования, базирующиеся на представлениях общей теории управления динамическими системами и статической динамики [1].

В инженерных задачах земледельческой механики нашли применение такие математические методы, как теория случайных функций, аналитической механики, принципы Лагранжа, Лапласа, Фурье и др. При этом особое внимание уделено вопросу механико – математических принципов оптимизации параметров изучаемых процессов [1,3].

Проблема анализа и оптимального синтеза параметров сельскохозяйственных агрегатов в настоящее время занимает центральное место в современной науке, технике и в решении инженерных задач [3].

Математизация рабочих процессов может быть обоснована построением математических моделей, основанных на алгоритмическом описании процесса, имитирующего данное явление, сохранением их логической структуры.

Из сказанного следует, исследование рабочих процессов сельскохозяйственных машин и орудий, оптимизация их параметров должна основываться на применении математических приемов, теории вероятностей, статистической динамики, статистических методов обработки результатов и теории планирования эксперимента с использованием современных электронных цифровых вычислительных машин (ЭЦВМ).

#### Литература

1. Лурье А.Б. Статистическая динамика сельскохозяйственных агрегатов. Л-д. «Колос» 1979.
2. Коган Б.Я. Методы моделирования в научных исследованиях. М. Автоматика 1980.
3. Валге А.М., Пашенко Ф.Ф. Математическое моделирование технологических процессов сельскохозяйственного производства по экспериментальным данным (динамические модели). Методические рекомендации НИПТИ МЭСХ НЗ РСФСР Л-д. Пушкин, 1980-85с.

#### АННАТАТСИЯ

#### АСОСНОККУНИИ ИСТИФОБАРИИ МЕТОДИКАИ МАТЕМАТИКЀ ҲАНГОМИ ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲОИ МУҲАНДИСЀ ДАР ТАҲКИҚОТҲОИ РАВАНДИ КОРИ МОШИНҲОИ КИШОВАРЗЀ

Дар мақола асосҳои истифодаи методҳои математикӣ дар ҳали масъалаҳои муҳандисӣ, ҳангоми таҳқиқоти раванди кори мошин ва олотҳои кишоварзӣ оварда шудааст.

## **ANNONANION**

### **BASES OF USE OF MATHEMATICAL METHODS IN SOLVING ENGINEERING PROBLEMS IN RESEARCHES OF WORKING PROCESSES OF AGRICULTURAL MACHINES**

In the article giren the main using of mathematical methods of deciding the engineering problems by researching work processes of agricultural machines and implements.

**Key words:** mathematical methods, engineering problems, dynamical system, statistical dynamics.