

Система (1) может иметь максимум два состояния равновесия  $O_1(0; \frac{\mu}{b})$  с корнями характеристического  $\lambda$ -уравнения

$$\lambda_1 = -b, \quad \lambda_2 = \frac{\mu k - bl}{b} \quad \text{и} \quad O_2\left(\frac{\mu k - bl}{l p}; \frac{l}{k}\right).$$

Характеристическое  $r$ -уравнение для состояния равновесия  $O_2$  имеет вид  $r^2 + \sigma r + \Delta = 0$ , где  $\sigma = \frac{\mu k}{l}$ ,  $\Delta = \mu k - bl$ .

Установлено, что возможны следующие случаи: единственное состояние равновесия  $O_1$ , которое может быть устойчивым узлом или седло-узлом;  $O_1$  – седло и  $O_2$  – устойчивый узел или устойчивый фокус.

Изучено, что состояния равновесия на бесконечности являются седло-узлами.

Установлено отсутствие предельных циклов для системы (1).

Применяемые основные способы исследования – методы качественной теории дифференциальных уравнений.

### Применение операционного исчисления в исследованиях процессов и систем автоматического регулирования сельскохозяйственного производства

**Бурганская Л. И.**, канд. физ.-мат. наук, доцент, **Крутов А. В.**, канд. техн. наук, доцент, **Хвощинская Л. А.**, канд. физ.-мат. наук, доцент, БГАТУ, г. Минск

При современных стремительных темпах развития и обновления техники как никогда велика потребность в грамотных, отвечающих требованиям дня, обладающих глубокими знаниями инженерах. Их задача не только уметь эксплуатировать технику, но и создавать новые модели сельскохозяйственных машин и процессов с характеристиками, не уступающими лучшим зарубежным аналогам. Для этого специалисту необходимо владеть методами математического моделирования, иметь математическое мышление. На кафедре высшей математики университета стремятся дать знания будущим инженерам по многим специальным разделам математики, в частности, операционному исчислению, решению дифференциальных уравнений в частных производных, элементам теории устойчивости и т.д.

В докладе приводится основное содержание разработанного на кафедре методического пособия «Элементы операционного исчисления и устойчивости и их применение при исследовании некоторых систем автоматического регулирования». Операционное исчисление применяется при реше-

нии дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений. Здесь уделяется особое внимание изображению импульсных функций, символическому методу решения дифференциальных уравнений, дается понятие передаточной функции отдельных звеньев и систем автоматического регулирования. Рассматривается применение операционного исчисления при решении некоторых прикладных задач электротехники, а также при решении дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка. Дана классификация этих уравнений. В качестве примера рассматривается уравнение теплопроводности при заданных начальных и граничных условиях. Показан пример применения преобразования Лапласа по переменной  $t$  (время), с помощью которого приходят к обыкновенному дифференциальному уравнению. Решение такого уравнения является несравненно более простой задачей, чем решение дифференциального уравнения в частных производных. Решив полученное обыкновенное дифференциальное уравнение, находят оригинал, т.е. решение исходной задачи.

Приведены изображения по Лапласу функции ошибок Гаусса  $erf x$  и  $erfc x = 1 - erf x$  и некоторые ее свойства. В качестве приложения этой теории дано описание нагрева моторного масла вертикально погруженной пластиной с поверхностью-распределенными электронагревателями в условиях естественной конвекции.

Излагаются также элементы теории устойчивости движения и ее приложение к некоторым системам автоматического регулирования, используемых в сельском хозяйстве. Ввиду того, что условия работы машинно-тракторных агрегатов в сельском хозяйстве резко отличаются от работы в промышленности своей не стабильностью, важность рассмотрения задач устойчивости очевидна. Введены основные понятия устойчивости. В частности, рассмотрены линейные системы, условие Рауса-Гурвица. Приведены также частотные критерии устойчивости для нелинейных систем, при этом используется символическая запись дифференциальных уравнений, передаточная функция  $W(p)$ , точнее частотная характеристика  $W(j\omega)$ . В качестве примера исследуется устойчивость САР картофелеуборочной машины.

### **Моделирование взаимодействия сыпучего консерванта с потоком растительной массы**

**Кузьмицкий А. В.,** докт. техн. наук, **Гурков И.И.,** аспирант, БГСХА, г. Горки

На протяжении десятилетий проблема хранения кормов остается одной из наиболее острых в отечественном животноводстве. В результате гниения силоса теряется до 30% кормов. При этом доказано, что в процессе хранения у оставшихся 70% кормов значительно уменьшается содержание белка