

Ляшенко Александр Леонидович

канд. техн. наук, доцент

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
университет аэрокосмического приборостроения»

г. Санкт-Петербург

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА
ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
«ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»**

***Аннотация:** в статье рассматривается необходимость разработки специального программного обеспечения для реализации образовательных программ в дистанционном режиме. Представлено описание возможностей разрабатываемого программного комплекса, предназначенного для проведения лабораторных работ. Подробно рассмотрены основные пользовательские формы и характеристики данного комплекса. Разработанный программный продукт позволяет детально рассмотреть основные вопросы теории автоматического управления, связанные с изучением линейных систем управления.*

***Ключевые слова:** программный комплекс, теория автоматического управления, лабораторные занятия, типовые динамические звенья, частотный анализ, переходная характеристика, критерий устойчивости, анализ, синтез.*

***Постановка задачи.** Теория автоматического управления является базовой основой кибернетики или науки об управлении и относится к классу важнейших общепрофессиональных дисциплин, входящих во все типовые программы инженерного образования. Теория автоматического управления (ТАУ) изучает процессы управления, методы исследования и основы проектирования систем автоматического управления (САУ). ТАУ изучает принципы построения САУ и закономерности протекающих в них процессов, методами ТАУ осуществляются анализ и синтез САУ.*

Однако в настоящее время, в период сложной эпидемиологической обстановки, в целях снижения рисков распространения новой коронавирусной инфек-

ции в некоторых образовательных организациях высшего образования обеспечивается реализация образовательных программ с применением исключительно электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

В связи с этим на кафедре управления в технических системах ГУАП разрабатывается программный комплекс, предназначенный для проведения лабораторных работ в дистанционном формате.

Разработка программного комплекса. При реализации образовательного стандарта по данной дисциплине концепция ТАУ в основном отображается в виде «модель – анализ – синтез» [2]. В соответствии с этой моделью и разрабатывается программный комплекс.

Программный комплекс обладает следующими возможностями:

- построение переходного процесса при подаче на вход системы различных входных сигналов;
- построение логарифмической амплитудно-частотной характеристики (ЛАЧХ), фазо-частотной характеристики (ФЧХ) и амплитудно-фазовой частотной характеристики (АФЧХ);
- исследование устойчивости контура с помощью критериев Найквиста, Михайлова и Гурвица;
- синтез структуры регулятора для заданного объекта управления;
- анализ замкнутой системы управления.

Для разработки программного комплекса была выбрана среда объектно-ориентированного программирования C++ Builder [1]. Эта среда универсальна и используется в большинстве современных программ.

После запуска программного комплекса, пользователь видит перед собой интерфейс программы следующего вида (рис. 1).

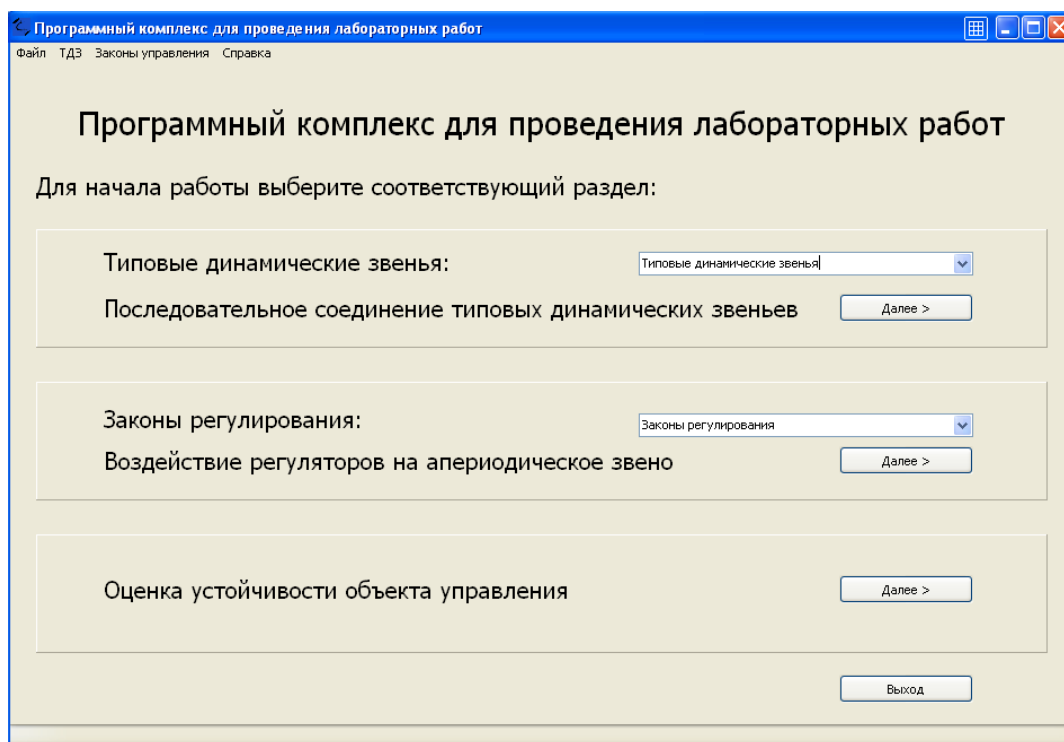


Рис. 1. Главный интерфейс программы

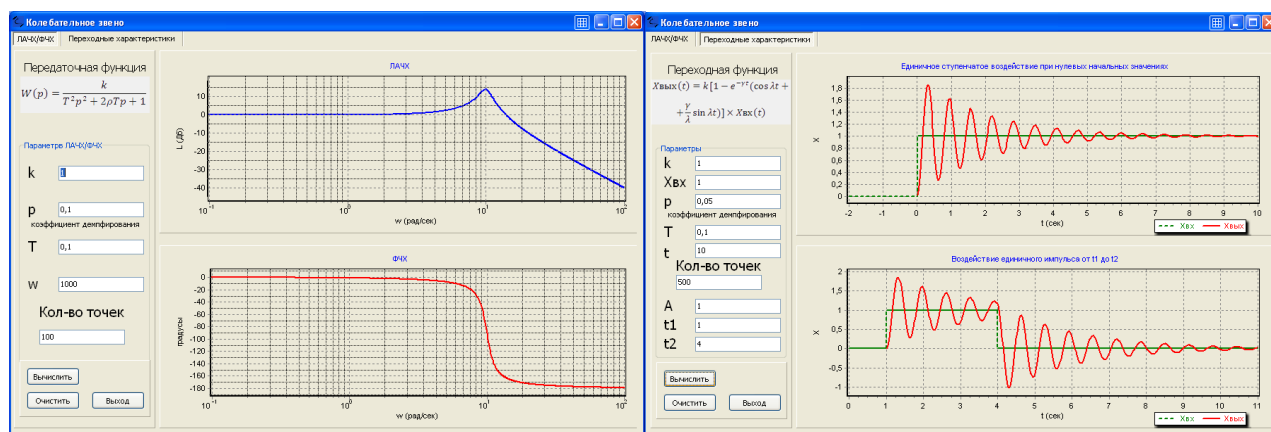
Для удобной работы со звеньями и регуляторами используются выпадающие списки. Из выпадающих списков можно выбрать необходимый закон управления или динамическое звено, с которым будет осуществляться работа.

Выбрав звено, с которым будет осуществляться работа, перед нами появляется окно, состоящий из двух вкладок: «ЛАЧХ/ФЧХ» и «Переходные характеристики».

В представленном окне присутствуют координатные плоскости для построения частотных характеристик, передаточная функция и необходимые параметры для построения ЛАЧХ и ФЧХ, такие как коэффициент усиления k , постоянная времени и частота ω , а также параметр «количество точек» необходимый для построения графиков.

Для построения переходного процесса необходимо задать параметры входного воздействия и время его действия.

После ввода требуемых параметров требуется нажать кнопку «Вычислить» для получения графического изображения.



а)

б)

Рис. 2. Результаты вычислений: а – ЛАЧХ и ФЧХ колебательного звена;
 б – графики переходных процессов

Программный комплекс позволяет проводить исследование последовательно соединённых звеньев, в том числе и охваченных отрицательной обратной связью. Например, на рис. 3 представлены результаты последовательного включения аperiodического и колебательного звеньев.

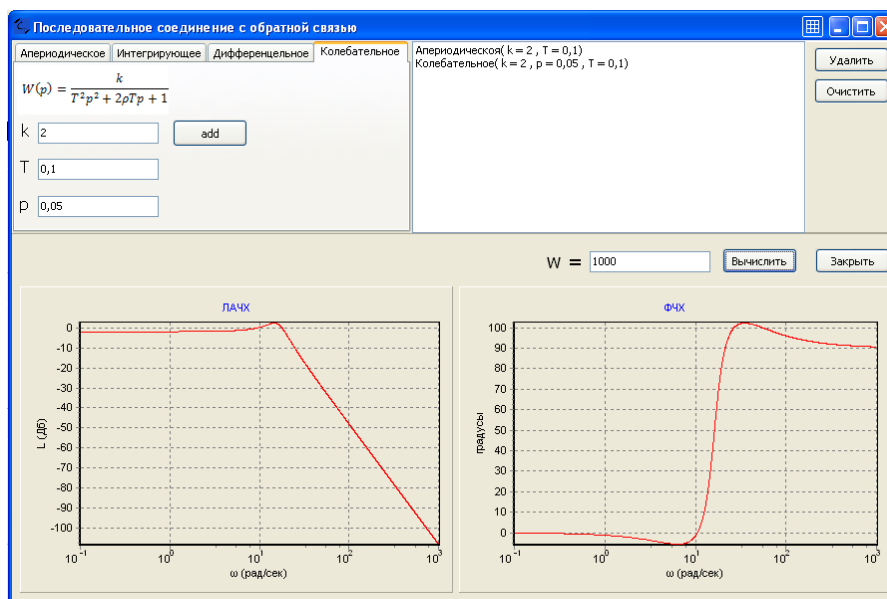
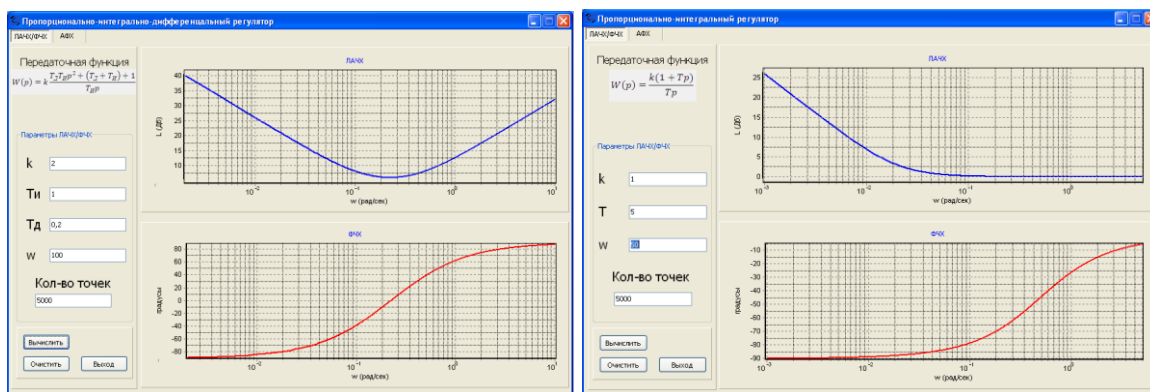


Рис. 3. Последовательное включение звеньев

Кроме того, программный комплекс позволяет проводить исследование типовых законов управления. Например, на рис. 4 представлены частотные характеристики регуляторов, реализующих пропорционально-интегральный (ПИ) и пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) законы управления



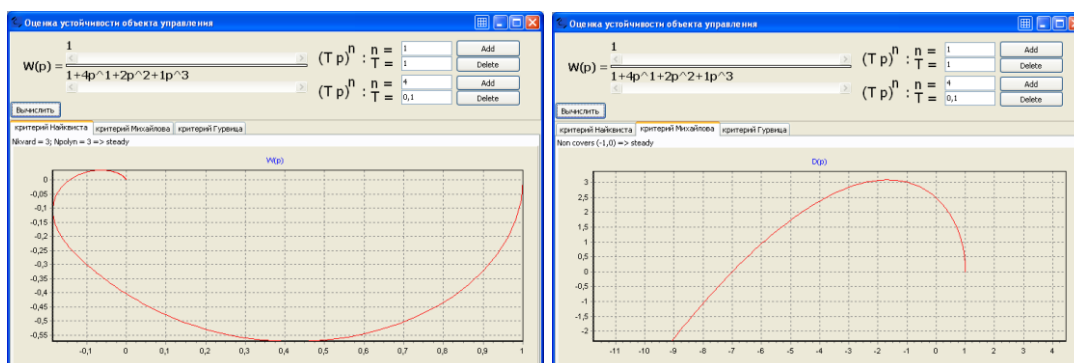
а)

б)

Рис. 4. Частотные характеристики: а – ПИД-регулятор; б – ПИ-регулятор

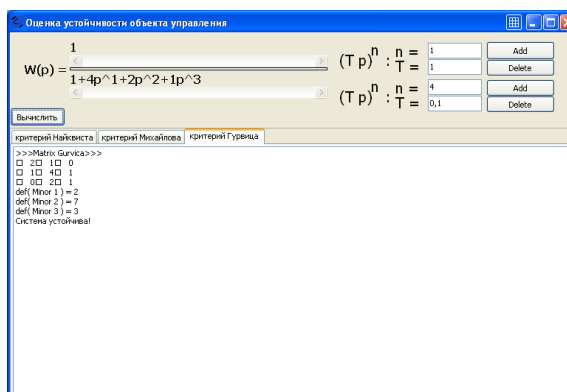
С помощью программного комплекса возможно исследование устойчивости звеньев и систем с помощью критериев Найквиста, Михайлова и Гурвица [3]. Ниже представлены результаты использования комплекса для оценки устойчивости системы, заданной передаточной функцией вида:

$$W(p) = \frac{1}{1 + 4p + 2p^2 + 1p^3}.$$



а)

б)



с)

Рис. 5. Результат оценки устойчивости а) – критерием Найквиста;
б) – критерием Михайлова; с) – критерием Гурвица

Заключение

Разработанный программный комплекс позволяет детально рассмотреть при изучении теории автоматического управления такие вопросы как «Типовые динамические звенья», «Типовые законы управления», «Устойчивость систем управления». Благодаря разработанному программному комплексу предоставляется возможность упростить процесс освоения учебного материала. Данный программный продукт может быть использован для проведения лабораторных работ по дисциплине теория автоматического управления в дистанционном режиме.

Список литературы

1. Архангельский А.Я. Программирование в среде C++ Builder/ А.Я. Архангельский. – М., 2003. – 1150 с.
2. Бесекерский В.А Теория систем автоматического регулирования / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. – М.: Наука, 2003. – 752 с.
3. Ерофеев А.А. Теория автоматического управления: учебник для вузов. – СПб.: Политехника, 2003. – 302 с.