

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РАСЧЕТА, ИССЛЕДОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

Е.В. Боголей, И.В. Боголей

ФГБОУ ВПО «Амурский государственный университет», энергетический факультет, кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники, 041 группа.

Современная автоматизация технологических процессов и производств предполагает не только внедрение новой техники и технологий, но и реализацию эффективных алгоритмов управления [1]. Одной из общепринятых проблем построения систем управления является запаздывание, которым обладают многие объекты: системы центрального отопления зданий, различные процессы в технологических цепочках производства, системы связи и космические системы, химические процессы и др. [2]. Системы с запаздыванием требуют специальных методик построения регуляторов, т.к. в данном случае качество процесса может существенно ухудшиться или же вовсе процесс будет неустойчив. В этой связи задача корректного учета запаздывания, оценка его влияния на качество работы, а так же построение систем управления такими объектами является актуальной, востребованной в настоящее время и еще не до конца решенной.

Несмотря на развитие современных методов теории управления основанных на применении адаптивного, робастного и нейронечеткого подходов, в частности для задач теплоэнергетики [3], область применения стандартного ПИД-регулятора еще достаточно широка. Этот аспект еще более становится актуальным, если принять во внимание очевидный факт несовершенства управляющей и регулирующей аппаратуры, а так же невозможность реализации других законов кроме классического ПИД на большинстве объектов малой энергетики (системы локального контроля в ЖКХ, частном секторе и для малого бизнеса).

Существующие на рынке заверенные программные продукты представлены в единичном экземпляре и в большинстве случаев являются дорогими, несовершенными, либо не имеют обоснованной методики обеспечения качества и устойчивости систем управления с запаздыванием.

В настоящем проекте ставится задача создания, не имеющего аналога программного комплекса, для анализа и проектирования си-

стем с запаздыванием для объектов малой энергетики, имеющих в своем контуре запаздывание.

Проектируемый комплекс должен удовлетворять следующим критериям: иметь возможность проводить анализ влияния запаздывания на качество систем; иметь гибкий и понятный интерфейс; содержать обоснованные методики расчета настроек регулятора и адекватно составлять математические модели.

На настоящий момент реализован первый шаг в рамках поставленных целей проекта. В пакете GUI MatLab [4] создан программный комплекс, состоящий из ряда взаимосвязанных окон с такими элементами интерфейса как кнопки, области ввода/вывода, навигации и др.

Концепция построения программного комплекса

При запуске программы появляется начальное окно, которое содержит имена разработчиков, руководителя и версии программы, так же имеется кнопка “описание”, информирующая пользователя о программе.

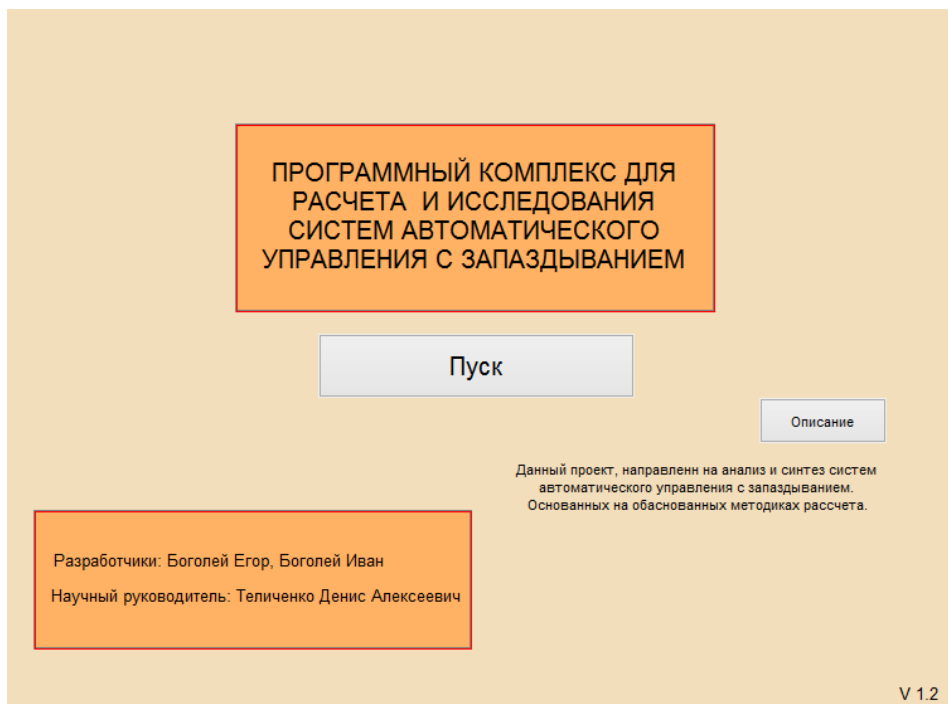


Рисунок 1 – Окно запуска

Далее при нажатии кнопки “Пуск”, окно запуска автоматически закрывается и появляется окно задания объекта.

Задать объект

Время запаздывания
 $W_{o1} = \frac{\text{Введите числитель передаточной функции}}{[1 \ 1]} \quad 1$

$W_{o2} = \frac{\text{Введите числитель передаточной функции}}{[1 \ 1 \ 1]}$

$W_{д} = \frac{\text{Введите числитель передаточной функции}}{1}$

Модель

Сохранить

Пример Загрузить

Задать

V 1.2

Рисунок 2 – Окно задания объекта

Дальнейший качественный анализ и синтез систем управления невозможен без адекватной математической модели, описывающей поведение рассматриваемого процесса. Данная модель может быть получена, как аналитическим так и экспериментальным путем. В данном окне объект задается в аналитическом виде, в виде передаточной функции. В соответствующие области ввода, которые так же снабжены всплывающими подсказками, отдельно для знаменателя и числителя, заносятся коэффициенты при операторе “р” и время запаздывания, допустим:

$$W_{o1} = \frac{a_2 * p^2 + a_1 * p + a_0}{b_3 p^3 + b_2 * p^2 + b_1 * p + b_0} = \frac{[a_2 \ a_1 \ a_0]}{[b_3 \ b_2 \ b_1 \ b_0]} \quad (1)$$

Объект состоит из двух передаточных функций в прямом контуре и одной в обратной связи. В случае необходимости не использовать одну из ПФ, необходимо в области ввода данной ПФ, как в числителе, так и в знаменателе записать “1”. Объект выглядит следующим образом:



Рисунок 3 – Объект

Все передаточные функции и время запаздывания становятся глобальными, что позволяет их использование в дальнейших функциях программы и в пакете Simulink. Также данное окно содержит кнопки:

- “Пример”, в результате области заполняются автоматически, тем самым предоставляют пользователю пример заполнения;
- “Сохранить”, в результате данные заполненные пользователем записываются в текстовый файл, в результате имеется возможность загружать ранее использованные объекты;
- “Загрузить”, в результате происходит загрузка данных сохраненных пользователем;
- “Модель”, данная кнопка запускает паке Simulink, в котором собран и готов к моделированию заданный пользователем объект.

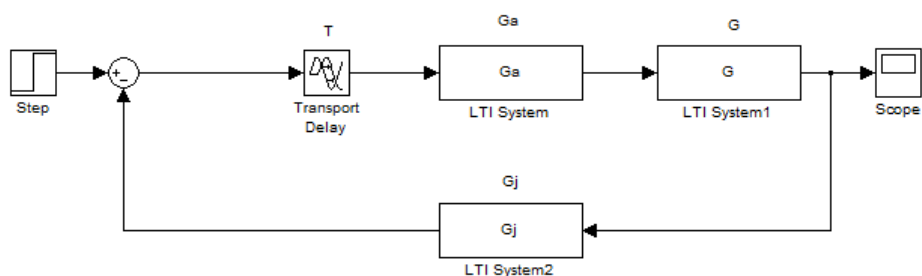


Рисунок 4 – Simulink модель объекта

- “Задать”, данная кнопка подтверждает заданный пользователем объект и переводит программу в функциональное меню.

Учитывая объективные сложности применения аналитического метода, для объектов или систем работающих в условиях изменения режимов работы, отклонения параметров, наличия возмущений, ведется работа по заданию объекта экспериментальным методом. В частности в скором времени разработчики включают в программу метод определения передаточной функции по кривой разгона. Так же планируется связать Matlab со SCADA-системой.

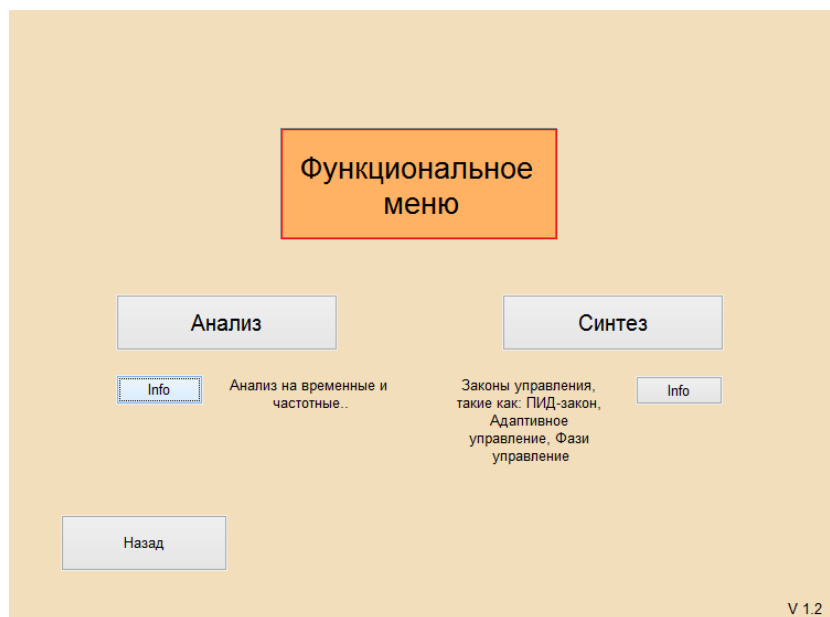


Рисунок 5 – Функциональное меню

В данном меню пользователю предлагается провести анализ или синтез ранее заданного объекта, так же предусмотрены кнопки, информирующие о функциях предусмотренные данными кнопками. Присутствует кнопка “Назад”, позволяющая вернуться в меню задания объекта.

Анализ

При нажатии кнопки “Анализ”, пользователю предлагается исследовать заданный ранее объект.

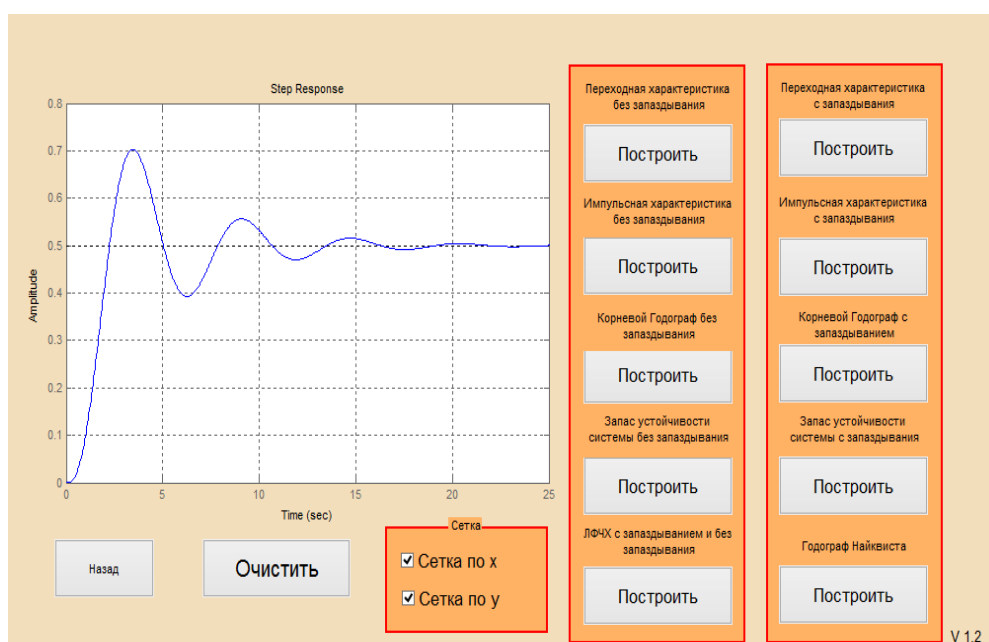


Рисунок 6 – Анализ системы

Здесь возможно проанализировать систему по нескольким важным показателям, провести анализ устойчивости, проверить запасы устойчивости и т.д. В данном меню предусмотрены следующие кнопки:

- Переходная характеристика без запаздывания/ с запаздыванием;
- Импульсная характеристика без запаздывания/ с запаздыванием;
- Корневой Годограф без запаздывания/ с запаздыванием;
- Запасы устойчивости без запаздывания/ с запаздыванием;
- ЛФЧХ без запаздывания и с ним (на одном графике);
- Годограф Найквиста без запаздывания и с ним (на одном графике).

Так же предусмотрена кнопка возврата в предшествующее меню, кнопка “Отчистить”, которая так же потребует у пользователя подтверждения этих действий.

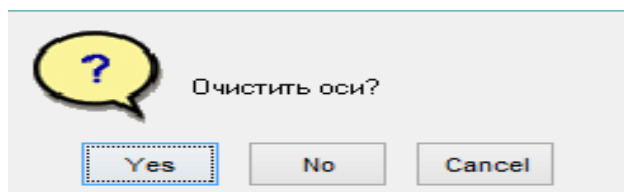


Рисунок 7 – Подтверждение на отчистку

Синтез

При выборе кнопки “Синтез”, пользователю предлагается рассчитать свою систему на различные законы управления: ПИД-закон, Адаптивное управление и Fuzzy-управление.

ПИД регулятор — устройство в управляющем контуре с обратной связью. Используется в системах автоматического управления для формирования управляющего сигнала с целью получения необходимых точности и качества переходного процесса.

Адаптивное управление — совокупность методов теории управления, позволяющих синтезировать системы управления, которые имеют возможность изменять параметры регулятора или структуру регулятора в зависимости от изменения параметров объекта.

Нечёткий регулятор — регулятор, построенный на базе нечеткой логики.

В настоящее время разработчики ведут работу по введению в эксплуатацию адаптивного и Fuzzy управления, на данном этапе функционирует только ПИД закон.



Рисунок 8 – Меню синтеза

При выборе синтеза ПИД законом управления пользователю предлагается рассчитать ПИД-регулятор двумя методами: на заданный частотный показатель колебательности и оптимальным методом.

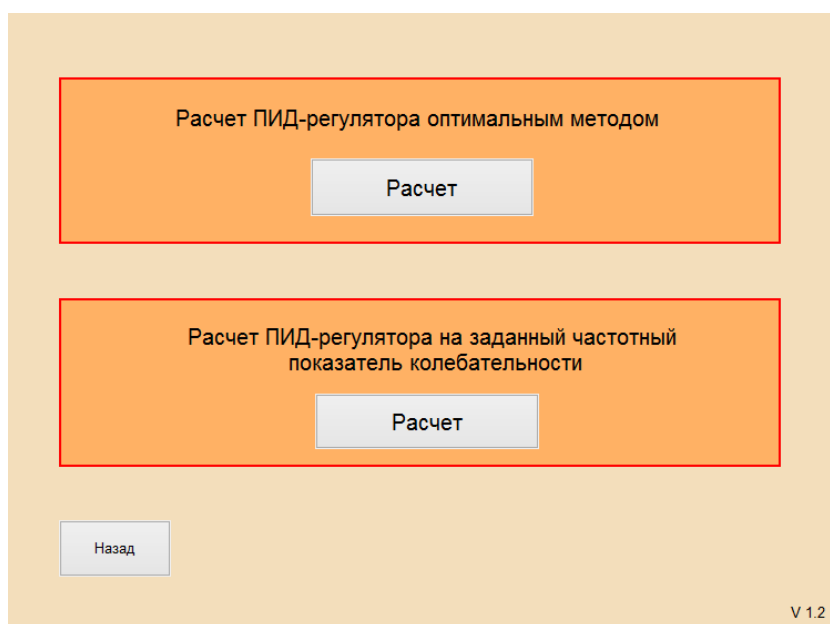


Рисунок 9 – ПИД управление

Рассмотрим один из расчетов ПИД-регулятора, на заданный частотный показатель колебательности.

Расчет на частотный показатель колебательности

Введите показатель колебательности

1.2

Расчет

Модель Задать

Назад

V 1.2

Рисунок 10 – Расчет ПИД-регулятора

В данном меню необходимо задать показатель колебательности, затем нажать на кнопку “Расчет”. В следующем меню, пользователю необходимо провести ряд манипуляций и добиться того что бы красный круг касался АФЧХ системы, это необходимо исходя из теории автоматического управления. Далее следует нажать на “Готово”.

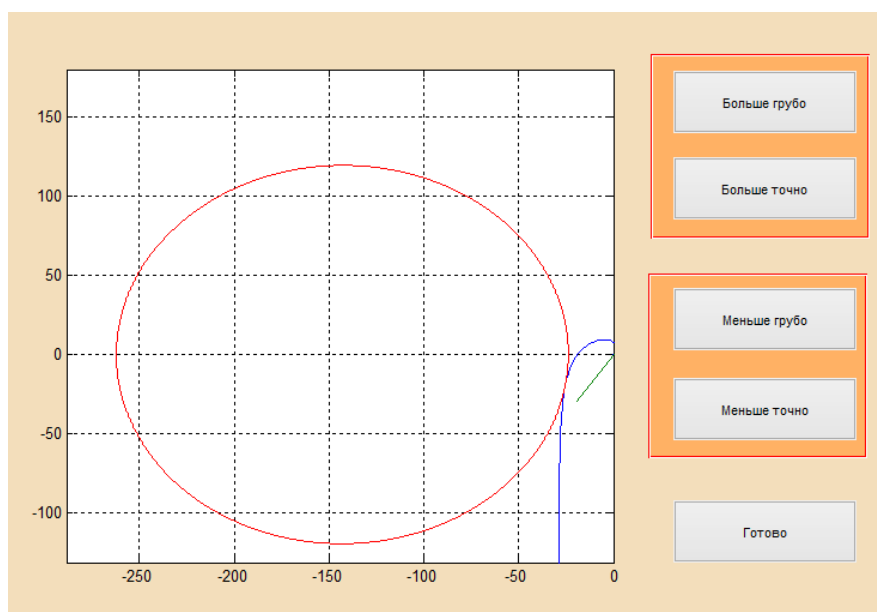


Рисунок 11 – Расчет ПИД-регулятора

В результате появится окно с графиком, вверху которого показаны рассчитанные коэффициенты, которые необходимо записать в соответствующие области меню. Данную операцию предлагается провести 4 раза, с целью выявления наиболее благоприятного процесса.

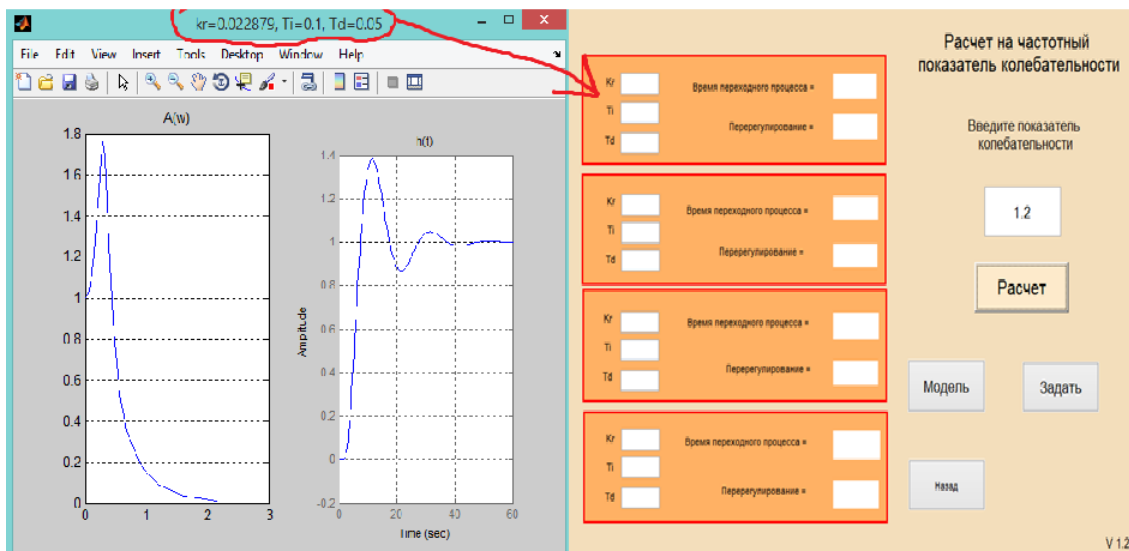


Рисунок 12 – Расчет ПИД-регулятора

После заполнения всех необходимых полей, необходимо использовать кнопку “Задать”, в результате пользователю представится информация о времени переходного процесса и перерегулировании, для каждого из рассчитанных случаев. Так же все переменные ПИД-регулятора становятся глобальными и при нажатии кнопки “Модель”, открывается пакет Simulink.

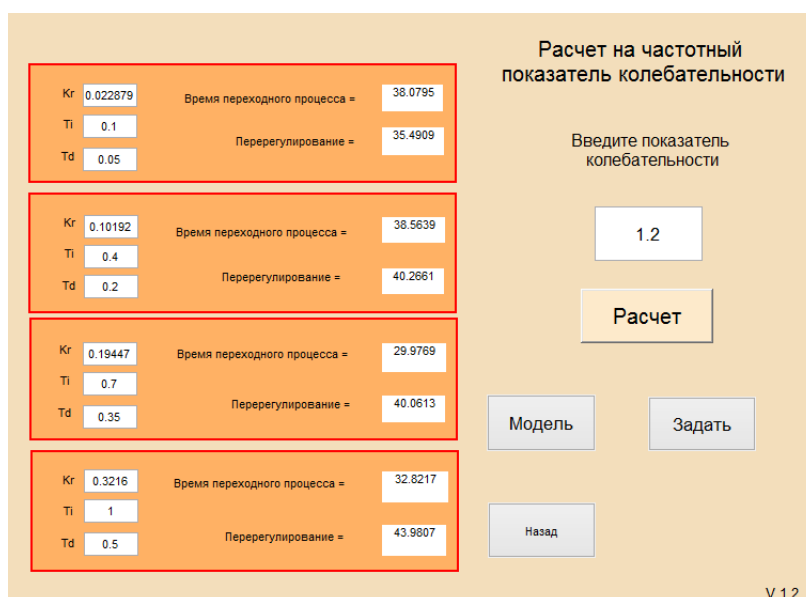


Рисунок 13 – Расчет ПИД-регулятора

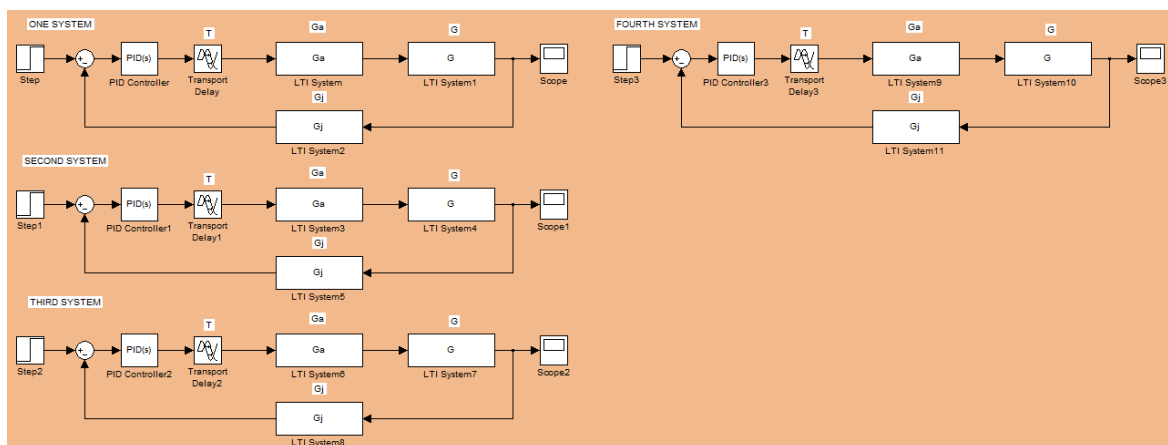


Рисунок 14 – Simulink модель объекта с ПИД-регулятором.

Таким образом, в настоящей работе предложен программный комплекс для проведения анализа и синтеза систем с запаздыванием. Дальнейшим направлением работ является расширение функционала комплекса, добавление других методик расчетов и создание математических моделей для объектов малой энергетики.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Соснин О. М. Основы автоматизации технологических процессов и производств / О. М. Соснин. М. : Академия, 2007. – 240 с.
2. Normey-Rico J. E. Control of dead-time processes / J.E. Normey-Rico, E.F. Camacho. – Springer-Verlag London Limited, 2007 – 462 p.
3. Теличенко Д. А. Эффективность применения современных подходов к управлению объектами теплоэнергетики / Д. А. Теличенко // Информатика и системы управления. – 2013. – №2(36) – С. 153-165.
4. Дьяконов В. П. MATLAB 7.: Самоучитель. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 768 с.

Научный руководитель - Теличенко Денис Алексеевич, доцент, кандидат технических наук, Амурский государственный университет.