

УДК 004.65

DOI: 10.35211/1990-5297-2023-8-279-61-63

*Д. В. Нижник, А. Ю. Горелова, М. Ю. Полянчикова***РАЗРАБОТКА ВЕБ-ЛАБОРАТОРИИ АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ****Волгоградский государственный технический университет**

E-mail: nizhnik.20002@gmail.com

Актуальным направлением развития современных технологий обучения является внедрение виртуальных инструментов, доступных для пользования в веб-среде. Особую сложность представляет внедрение веб-технологий при обучении основам автоматизации, ведь есть необходимость работы с приборами и средствами автоматизации для усвоения практических навыков. Решением является разработка виртуальных приборов и методических рекомендаций с применением современных сред разработки.

С помощью таких известных веб-лабораторий, как LabVIEW, Cyber Lab, TeachSmart, Labster, Simulab, возможна разработка виртуальных лабораторий для проведения экспериментов и анализа полученных данных [1; 2]. Среди перечисленных инструментов, наиболее адаптированным к поставленным задачам является программный комплекс LabView [4]. К его достоинствам можно отнести возможность создания виртуальных экспериментальных систем для измерения и контроля различных параметров (например, в областях электроники, автоматизации, мехатроники, промышленного управления). Также эта программа адаптирована для интегрирования с оборудованием для автоматизации и распространенным программным обеспечением.

*Ключевые слова:* виртуальная лаборатория, веб-лаборатория, веб-сервисы.

*D. V. Nizhnik, A. Yu. Gorelova, M. Yu. Polyanchikova***DEVELOPMENT OF A WEB-BASED LABORATORY FOR AUTOMATION AND CONTROL****Volgograd State Technical University**

The current direction of development in modern educational technologies includes the implementation of virtual tools that are accessible for use in web-environments. One particular challenge is the integration of web technologies in teaching the basics of automation, as there is a need to work with instruments and automation tools to acquire practical skills. The solution lies in the development of virtual instruments and methodological recommendations using modern development tools.

With the help of well-known web-laboratories such as LabVIEW, Cyber Lab, TeachSmart, Labster, and Simulab, it is possible to develop virtual laboratories for conducting experiments and analyzing obtained data [1; 2]. Among the mentioned tools, the software suite LabView is the most suitable for the given tasks [4]. Its advantages include the ability to create virtual experimental systems for measuring and controlling various parameters (for example, in the fields of electronics, automation, mechatronics, industrial control). Additionally, this program is versatile for integration with hardware and commonly used software.

*Keywords:* virtual laboratory, web laboratory, web-services.

Для оценки применимости виртуальных лабораторий при реализации обучающих программ, связанных с теорией автоматического управления, рассмотрим задачу создания виртуального ПИД-регулятора с возможностью его настройки и отслеживания получившихся передаточных функций процесса терморегуляции в 3D принтерах. Одним из этапов разработки виртуальной лаборатории является анализ методов подбора коэффициентов передаточных функций для разработки блок-диаграммы ПИД-регулятора и методических указаний лабораторной работы.

Известно, что алгоритм ПИД-регулирования состоит из пропорциональной, интегральной и дифференциальной составляющих, которые обозначаются соответственно, как  $K_p$ ,  $K_i$

и  $K_d$  [3]. Коэффициенты усиления, определяющие вклад каждой компоненты, изменяют сигнал ошибки, который подается обратно в контроллер для вычисления управляющего сигнала. Это позволяет инженерам настраивать ПИД-регуляторы для достижения наилучшей реакции системы. В таком представлении ПИД-регулятор может быть реализован средствами программирования для разработки систем управления в среде LabVIEW. Для использования ПИД-регулятора в LabVIEW необходимо разработать его блок-схему. Палитра ПИД в LabVIEW FRC состоит из четырех VIS (виртуальный инструментальный программный обеспечение): PID, профиль уставки PID, входной фильтр управления PID, опережение PID.

Для поставленной задачи в первую очередь необходим PID VI. Другие VIS в этой палитре реализуют более продвинутые функции, и могут быть полезны для некоторых конкретных приложений. Блок-схема ПИД-регулятора (рис. 1) в LabVIEW состоит из нескольких компонентов: входного сигнала, сигнала уставки, сигнала ошибки, трех компонент ПИД-регулятора и выходного сигнала. Входной сигнал обычно представляет собой измеренное значение процесса, такое как температура, давление или скорость. Сигнал уставки представляет желаемое значение, которое мы хотим достичь в процессе управления. Сигнал ошибки рассчитывается как разность между сигналом уставки и входным сигналом. В качестве трех компонент ПИД-регулятора используются пропорциональная, интегральная и дифференциальная компоненты.

Пропорциональный коэффициент ( $K_p$ ) задает баланс между остаточной ошибкой и коррекцией, полученной компонентом П. Интегральный коэффициент ( $K_i$ ) работает на устранение остаточной ошибки, обеспечивая интегрирование ошибки на протяжении времени. Дифференциальный коэффициент ( $K_d$ ) оценивает изменение ошибки во времени и используется для корректировки выходного сигнала.

Блок-схема ПИД-регулятора в LabVIEW (рис. 1) может быть реализована с помощью модулей программирования, называемых “полезными функциями”. Каждая полезная функция соответствует одной из компонент ПИД-регулятора.

На первом этапе создания блок-схемы

ПИД-регулятора в LabVIEW необходимо определить параметры ПИД-регулятора и задать начальные значения для каждой компоненты. После этого можно начать проектирование полезных функций для каждой компоненты ПИД-регулятора. В результате должна быть создана блок-схема системы управления с возможностью настройки коэффициентов ПИД-регулятора и их пересчета при обновлении значений входного сигнала и уставки. Для создания нужной блок-схемы регулятора и настройки его на управление определенным процессом, таким как позиционирование или температурный контроль, необходимы такие компоненты как:

1. Переменные для установки точки задания, сигнала обратной связи и выходного сигнала регулятора.
2. Контроли для регулятора ПИД, которые включают пропорциональный, интегральный и дифференциальный коэффициенты.
3. Математические операторы для реализации алгоритма управления, такие как умножение, сложение, вычитание и деление.
4. Циклы для реализации циклических процессов, таких как считывание и обработка сигнала обратной связи и вычисление выходного сигнала регулятора.
5. Функциональные блоки (графики и таблицы) для визуализации сигналов и параметров ПИД-регулятора.
6. Инструменты отладки для проверки работоспособности и исправления ошибок в программе, такие как функции отладки, точки останова, регистрация ошибок и диагностика.

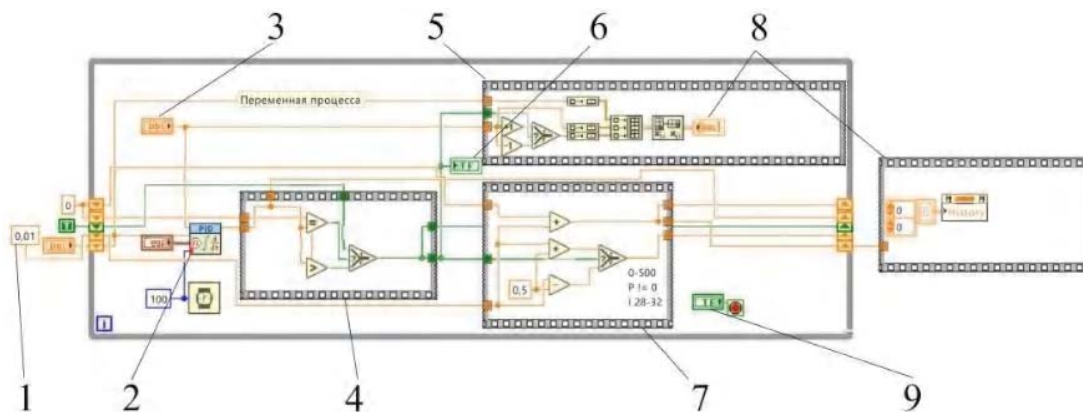


Рис. 1. Блок-схема ПИД-регулятора в LabVIEW:

1 – переменная процесса запуска; 2 – ПИД; 3 – заданное значение; 4 – выход на PWM логику; 5 – диаграмма; 6 – PWM выход; 7 – имитируемая плата; 8 – диаграмма формы волны; 9 – стоп

Этап разработки интерфейса пользовательской программы (GUI) является важной частью процесса разработки программного обеспече-

ния в LabVIEW. Необходимо обеспечить создание удобного и интуитивно понятного пользовательского интерфейса. Рассмотрим проце-

дуру разработки интерфейса ПИД-регулятора в LabVIEW (рис. 2) [5]. Интерфейс пользователя должен предоставлять возможность настройки параметров ПИД-регулятора, а также мониторинг процесса управления. Важным элементом интерфейса может быть графическое представление изменения значений входных и выходных сигналов, а также изменение коэффициентов ПИД-регулятора.

На первом этапе разработки необходимо создать GUI с помощью дизайнера LabVIEW и добавить элементы управления для каждой компоненты ПИД-регулятора. Список элементов управления может включать ползунки и ручки для изменения коэффициентов ПИД-регулятора, текстовые поля для отображения текущих значений параметров ПИД-регулятора, кнопки для запуска и остановки процесса управления. В GUI также следует создать графический элемент, например, график, для отображения изменения значения процесса во времени.

После того, как GUI полностью разработан

и настроен, необходимо создать блок-схему для соединения функциональных блоков ПИД-регулятора с элементами GUI. Это включает создание входных и выходных каналов для управления и мониторинга процесса.

Важным шагом разработки интерфейса ПИД-регулятора является проведение тестирования. Начало тестирования следует синхронизировать с моментом, когда разработку интерфейса можно считать завершенной. Подробное тестирование даст возможность убедиться, что интерфейс работает должным образом, а также позволит выявить возможные ошибки и проблемы.

Результатом разработки ПИД-регулятора в LabVIEW является интуитивный и удобный в использовании пользовательский интерфейс. Такой интерфейс в сочетании с мощной функциональностью ПИД-регулятора позволяет создать систему управления, которая может эффективно решать множество проблем, возникающих в промышленности, научных исследованиях и других областях.

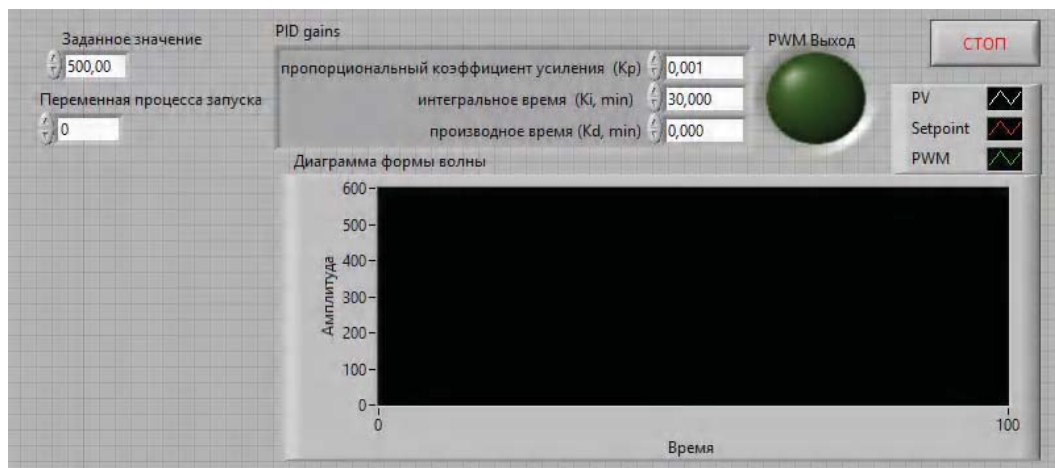


Рис. 2. Разработанный интерфейс ПИД-регулятора для веб-лаборатории

Описанная работа может быть применена при подборе коэффициентов ПИД-регулятора для терморегуляции в 3D принтере. Студенту предоставляется блок-схема работы системы терморегуляции, методические указания по подбору коэффициентов ПИД-регулятора с возможностью непосредственной работы с виртуальным прибором для его настройки. Результатом выполнения лабораторной работы является отчет, в который студент заносит найденные коэффициенты. Отчет может быть сдан в печатном виде, либо прикреплен в электронную образовательную среду в формате.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абрамов, С. П. Программно-аппаратное средство моделирования технических систем и его использование в учебном процессе / С. П. Абрамов // Вестник Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана. – 2015. – № 6. – С. 27–36.
2. Решетников, А. В. Использование виртуальных лабораторных работ в обучении техническим дисциплинам / А. В. Решетников, С. М. Кораблев, И. О. Матвеев // Мобильный технологический журнал. – 2016. – Т. 10, № 4. – С. 29–34.
3. Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Том 1. Линейные системы / Д. П. Ким. – Москва : Физматлит, 2003. – 287 с.
4. Каличенко, А. А. Виртуальные лаборатории как средство обучения техническим дисциплинам / А. А. Каличенко, И. А. Попов, С. В. Федотов // Материалы международной научно-практической конференции «Современные технологии в образовании и науке». – 2021. – С. 114–118.
5. Гайворонский, А. PID-регуляторы: что это и как работать с ними [Электронный ресурс]. URL: <https://alexgyver.ru/lessons/pid/> (дата обращения: 18.01.2023).