

АКТУАЛИЗАЦИЯ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ «МЕХАТРОННЫЙ ГИДРОПРИВОД ТРАНСПОРТНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН»

А.В. Кучин¹, В.Д. Лебедев², С.А. Красоткин³, М.Д. Кашин⁴

^{1,2,4} Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, г.Архангельск,
Россия

³ ООО «СМАРТ Автоматизация», г.Санкт-Петербург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Александр Ванипакович Кучин, a.kuchin@narfu.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы текущей актуализации учебного модуля «Мехатронный гидропривод транспортно-технологических машин» на основе введения дополнительной дисциплины «Основы систем управления непрерывными процессами» для основных профессиональных образовательных программ по направлениям подготовки 15.03.02 и 23.03.03.

Ключевые слова: мехатронный гидропривод, управление непрерывными процессами, дидактическая структура, промышленная автоматика, профессиональные компетенции.

UPDATING OF THE INTERDISCIPLINARY PROFESSIONAL MODULE «MECHATRONIC HYDRAULIC DRIVE OF TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL MACHINES»

A. V. Kouchine¹, V.D. Lebedev², S.A. Krasotkin³, M.D. Kashin⁴

^{1,2,4} Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

³ SMART Automation Ltd, Saint-Petersburg, Russia

The author responsible for the correspondence: Alexander Vanipakovich Kuchin,
a.kuchin@narfu.ru

Abstract. The article considers the issues of the current updating of the training module «Mechatronic hydraulic drive of transport and technological machines» based on the introduction of the additional discipline «Fundamentals of continuous process control systems» for the main professional educational programs in the areas of preparation 15.03.02 and 23.03.03.

Keywords: mechatronic hydraulic drive, continuous process control, didactic structure, industrial automation, professional competencies.

В Приарктическом регионе Российской Федерации, практически во всех сферах народного хозяйства (дорожно-строительная и сельскохозяйственная отрасли, транспортный и лесозаготовительный комплексы, разведка и добыча природных ресурсов, коммунальное хозяйство) широко используются транспортно-технологические машины (ТТМ), оснащенные высокотехнологичным мехатронным приводом. Постоянное совершенствование конструкции ТТМ, использование искусственного интеллекта (ИИ) в системах управления ТТМ и цифровизации процесса их эффективного использования предъявляют постоянно возрастающие требования к содержанию основных образовательных программ подготовки специалистов по технической эксплуатации.

В образовательных программах подготовки инженерных специалистов, обучающихся в Северном (Арктическом) федеральном университете им. М.В. Ломоносова по направлениям подготовки 15.03.02 и 23.03.03, с 2015 года используется междисциплинарный профессиональный модуль «Мехатронный гидропривод транспортно-технологических машин» [1, 2, 3, 4]. Модуль предполагает следующую дидактическую последовательность освоения учебной программы:

- теоретическая гидромеханика;
- элементная база гидроавтоматики;
- системы электрогидроавтоматики;
- сервис и эксплуатация мехатронных систем.

Процессы внедрения ИИ в технические системы и цифровизация процесса их эксплуатации создают предпосылки для актуализации образовательных программ подготовки инженерных кадров. Эта тенденция была принята за основу при проведении текущей актуализации учебного модуля «Мехатронный гидропривод транспортно-технологических машин». На кафедре инжиниринга транспортно-технологических машин и оборудования САФУ имени М.В. Ломоносова было принято решение добавить в учебный модуль дисциплину «Основы систем управления непрерывными процессами».

Данный учебный курс позволяет познакомить обучающихся с основами функционирования систем с замкнутым контуром. Такие системы используют обратную связь для динамической корректировки своего функционирования. Их работа основана на сравнении фактического значения выходного параметра с заданным, и обеспечивает автоматическое исправление отклонения выходного параметра для поддержки желаемого состояния. Это позволяет системам достигать высокой точности, компенсировать внешние возмущения и работать автономно, в отличие от разомкнутых систем, которые функционируют без обратной связи.

На таком принципе функционирует большинство непрерывных технических процессов. Наиболее яркими примерами можно назвать:

- термостат в холодильной установке - поддерживает постоянную температуру, включая и выключая систему охлаждения при изменении;
- тормозная система транспортного средства - поддерживает рабочее давление в гидропневмоаккумуляторе, включая и выключая систему нагнетания воздуха при выходе из диапазона рабочего давления в системе;
- линия водоснабжения - поддерживает рабочее давление в напорной сети, увеличивая/уменьшая производительность нагнетательного насоса при изменении расхода и т.п.

В рамках курса рассматриваются компоненты и звенья, характерные для большинства видов систем с обратной связью. Подробно рассматриваются способы, средства анализа и решения проблем управления.

Дидактическая структура курса включает следующие четыре раздела:

- принцип работы основных звеньев системы управления (пропорционального, интегрального, дифференциального);
- воздействие основных звеньев системы управления и их комбинаций на объекты регулирования;
- принцип работы ПИД (пропорционально-интегрально-дифференциального) регулятора;
- варианты настройки ПИД-регулятора, в том числе по методу Циглера-Николса.

В качестве лабораторной базы для курса используются учебные стенды «Промышленная автоматика. Автоматизация непрерывных процессов» производства компании «СМАРТ-Автоматизация» (рисунок 1). Этот стенд является уникальным по

ряду характеристик и концепции дидактической логики учебного процесса. Концепция стенда предполагает контроль и управления такими параметрами жидкости, как температура, давление, расход и уровень. Гидравлическая схема стенда позволяет реализовать несколько контуров управления. Управление исполнительными устройствами и данные с датчиков обрабатываются в реальном времени устройством, в котором интегрирован цифро-аналоговый и аналого-цифровой преобразователь (ЦАП/АЦП), работающий под управлением программного комплекса и позволяющий реализовывать комплекс различных задач: от дискретного управления до систем с обратной связью. Конструкция стенда позволяет дополнять базовую комплектацию дополнительными датчиками и исполнительными устройствами в рамках практических и лабораторных занятий по дисциплине, и обеспечивать многократную сборку/разборку схем лабораторных работ благодаря использованию быстросъемных фитингов и штуцеров.



Рисунок 1. Учебный стенд «Промышленная автоматика. Автоматизация непрерывных процессов»

Figure 1. Training stand «Industrial automation. Automation of continuous processes»

Использование стенда позволяет приобрести практические навыки (знания/умения) по следующим темам:

- проектирование, сборка и наладка систем автоматизации непрерывных процессов;
- управление непрерывными процессами;
- настройка промышленных датчиков и ПИД-регуляторов.

Введение в междисциплинарный профессиональный модуль «Мехатронный гидропривод транспортно-технологических машин» дополнительной дисциплины «Основы систем управления непрерывными процессами» обеспечит формирование более высокого уровня профессиональных компетенций, заложенных в качестве показателей освоения основных профессиональных образовательных программ по направлениям подготовки 15.03.02 и 23.03.03. Это такие профессиональные

компетенции, как ПК-12 (способность участия в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, осуществления монтажа, наладки, испытания и сдачи в эксплуатацию технологического оборудования) и ПК-13 (способность проверки технического состояния и остаточного ресурса технологического оборудования, организации профилактического осмотра и текущего ремонта технологических машин и оборудования) для направления подготовки 15.03.02 и ПК-11 (способность к проведению контроля технического состояния автотранспортных/ транспортно-технологических средств) и ПК-12 (способность к проведению обслуживания и ремонта мехатронных систем автотранспортных/ транспортно-технологических средств и оборудования) для направления подготовки 23.03.03.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Лебедев, В.Д. Профессиональный модуль «мехатронный гидропривод транспортно-технологических машин» / В.Д. Лебедев, А.В. Кучин, А.А. Елепов. - Текст: непосредственный // Сборник: Сетевое партнерство в науке, промышленности и образовании: труды Международной мультikonференции. – Санкт-Петербург, 2016. – С. 37–44.

2 Лебедев, В.Д. Междисциплинарный профессиональный модуль «Мехатронный гидропривод лесозаготовительных комплексов» / В.Д. Лебедев, А.В. Кучин, А.А. Елепов. - Текст: непосредственный // Сборник: Профессиональная подготовка высококвалифицированных кадров для эксплуатации многооперационных лесозаготовительных машин. - Архангельск: Изд-во Васильев И.А., 2016. – С. 52–59.

3 Лебедев, В.Д. Профессиональный модуль «Мехатронный гидропривод дорожно-строительной и карьерной техники» / В.Д. Лебедев, А.В. Кучин, А.А. Елепов. - Текст: непосредственный // Сборник: Современные проблемы строительства и жизнеобеспечения: безопасность, качество, энерго- и ресурсосбережения: Сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 60-летию Инженерно-технического института СВФУ им. М.К. Аммосова, Якутск; под ред. доц. А.Е. Саввиной. – Киров: МЦНИП, 2016. – С. 34–40.

4 Лебедев, В.Д. Профессиональный модуль «Мехатронный гидропривод» транспортно-технологических машин (лесозаготовительные машины) / В.Д. Лебедев, А.В. Кучин, А.А. Елепов. – Текст: непосредственный // Сборник: Эксплуатация и сервис многооперационных лесозаготовительных комплексов John Deere. – Архангельск: Изд-во Васильев И.А., 2017. – С. 36–39.

REFERENCES

1 Lebedev, V.D. Professional module «mechatronic hydraulic drive of transport and technological machines» / V.D. Lebedev, A.V. Kuchin, A.A. Yelepov. - Text: direct // Collection: Network partnership in science, industry and education: proceedings of the International Multi-Conference. – St. Petersburg, 2016. – pp. 37-44.

2 Lebedev, V.D. Interdisciplinary professional module «Mechatronic hydraulic drive of logging complexes» / V.D. Lebedev, A.V. Kuchin, A.A. Yelepov. - Text: direct // Collection: Professional training of highly qualified personnel for the operation of multi-operational logging machines. Arkhangelsk: Publishing house Vasiliev I.A., 2016. pp. 52-59.

3 Lebedev, V.D. Professional module «Mechatronic hydraulic drive of road construction and quarry equipment» / V.D. Lebedev, A.V. Kuchin, A.A. Yelepov. - Text: direct // Collection: Modern problems of construction and life support: safety, quality, energy and resource conservation: Collection of articles of the IV All-Russian Scientific and Practical Conference dedicated to the 60th anniversary of the Ammosov NEFU Institute of Engineering and Technology, Yakutsk; edited by Associate Professor A.E. Savvina. Kirov: MTSNIP, 2016. pp. 34-40.

4 Lebedev, V.D. Professional module «Mechatronic hydraulic drive» of transport and technological machines (logging machines) / V.D. Lebedev, A.V. Kuchin, A.A. Yelepov. – Text: direct // Collection: Operation and service of John Deere multi-operational logging complexes. Arkhangelsk: Publishing house Vasiliev I.A., 2017. pp. 36-39.