

Bent channels are made of low-carbon steels (steel 20, St3sp,) with tensile strengths of 370-410 N/mm<sup>2</sup> regulated by DSTU 2834-94. The production of bent channels is carried out, for example, from S355 steel where the tensile strength reaches 630 N/mm<sup>2</sup> according to EN 10025-2:2022. At the same time, the reduction in the mass of a linear meter of the channel compared to hot-rolled can reach significant values. It is significant that channels made of S355 steel can be welded.

**Keywords:** hot-rolled and cold-bent channels, stiffness, strength, weldability, steels from controlled rolling, local heating, local deformation, reduction in the mass of a linear meter of channel.

Стаття надійшла 12.05.2025р.

УДК 669.162.22

[doi.org/10.31498/2522-9990292025330258](https://doi.org/10.31498/2522-9990292025330258)

Щербаков С. В., Черевко О. О.

## КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОРГАНІЗАЦІЇ ДИСТАНЦІЙНОГО ВИКЛАДАННЯ ПРАКТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН

В статті зроблено акцент на необхідності трансформування змісту та методів викладання дисциплін вищої школи в зв'язку з викликами сучасності, пов'язаними з відсутністю можливостей організації очного навчання, коли освітні послуги надаються безпосередньо за місцем проживання чи тимчасового перебування. За таких умов самотійна робота з опанування матеріалів навчальних дисциплін стає на передній план та складає суттєвий відсоток від загального учбового навантаження. Слід означити основні ключові моменти переходу на дистанційну форму навчання. Особливої уваги потребує формування у студентів алгоритмів планування учбового процесу. В той же час і робота викладача потребує зміни методів подання інформації в бік більшої конкретики, практичності та орієнтації на аудиторію. З цього приводу мають бути переглянуті методичні матеріали з метою адаптації до більш самотійної роботи. Оцінка знань має максимально позбутися формальних підходів. Демонстрація та захист практичних робіт повинні бути публічними з залученням всієї аудиторії студентів. Це сприяє підвищенню рівня активності та засвоєння матеріалів лекцій, зменшенню кількості нез'ясованих питань та помилок під час виконання завдань. Дуже важливими є міждисциплінарні зв'язки, тому що дистанційна форма освіти за відсутності матеріально-технічної бази потребує надання більш комплексних знань, особливо в області моделювання поведінки об'єктів та роботи спеціалізованого обладнання.

Отже, в даній роботі розглянуто можливості впровадження сучасних інформаційних технологій для організації практичної роботи студентів в умовах дистанційного навчання з обмеженим доступом до лабораторної бази. В якості прикладу представлено віртуальну лабораторну роботу з проектування локальної системи автоматичного регулювання з використанням програмованого логічного контролера (PLC). Наведено принципи математичного моделювання об'єкта та організації дистанційного управління засобами SCADA та web-технологій.

**Ключові слова:** дистанційне навчання, технічні дисципліни, методи викладання, інформатизація, самотійна робота, практичний досвід, віртуальний лабораторний практикум.

**Постановка проблеми.** У зв'язку з виникненням необхідності, яка може бути продиктована різними життєвими обставинами, наприклад, обмежені фізичні можливості,

підвищена зайнятість, віддаленість від місця навчання та неможливість постійної присутності в місті розташування вищого навчального закладу тощо, дистанційне навчання стає особливо актуальним. Тому сучасний період інформатизації освіти потребує вдосконалення технологій викладання дисциплін, особливо технічних, в умовах обмеженого використання лабораторної бази, коли створюються суттєві проблеми в отриманні практичних навичок, передбачених програмою курсу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У процесі дослідження проблем викладання технічних дисциплін в умовах дистанційної форми навчання як джерела були використані роботи, присвячені методичним проблемам визначення, побудови та використання відповідних засобів навчання як зарубіжних так і вітчизняних дослідників: А.К. Noor, Т.М. Wasfy, Кухаренко В. М. [1, 6], Нестеренко С. А. [2], Камінська, П. А. [3], Гуревич Р. С. [5] та ін. Основні труднощі, з якими зіткнулися навчальні заклади, пов'язані з відсутністю технічної інфраструктури та засобів, необхідних для організації дистанційного навчання; складнощами адаптації до онлайн-викладання педагогічного персоналу; обмеженнями дистанційного навчання в певних галузях. Вимушений перехід на дистанційне викладання дисциплін створює нові продуктивні можливості, серед яких слід назвати опанування та випробування нових інструментів та засобів, що забезпечують дистанційний навчальний процес, більшу гнучкість навчання, зростання інновацій у навчальному процесі, розширення можливостей викладання та навчання на відстані та отримання механізму доступу до функціональних можливостей навчання в дистанційному форматі.

**Мета дослідження.** Запропонувати та продемонструвати можливості дистанційного викладання технічних дисциплін в галузі промислової автоматизації на прикладі досвіду створення та проведення лабораторного практикуму з програмування промислових контролерів (PLC).

**Основний матеріал дослідження.** ДВНЗ «ПДТУ» наразі має статус тимчасово переміщеного навчального закладу. За таких умов виникають певні об'єктивні проблеми в викладанні дисциплін, які мають практичну складову. В основному – це обмеженість або відсутність лабораторної бази.

Кафедра автоматизації і комп'ютерних технологій займається підготовкою фахівців у відповідній галузі. Задачі автоматизації технологічних процесів складаються з багатьох етапів. Однією з перших та головних задач, що вирішують студенти, є експериментальне дослідження об'єктів для подальшого проектування автоматизованих систем та їх налаштування з метою забезпечення оптимальних якісних характеристик роботи.

Враховуючи дистанційний характер викладання та навчання студентів, наявність та доступність лабораторної бази є дуже важливим фактором, що дає можливість не тільки отримувати теоретичні знання, а й застосовувати їх на практиці.

Одним із простих та доступних рішень поставленої практичної задачі є використання програмних засобів симуляції роботи обладнання та математичних моделей об'єктів. Так, при створенні віртуального лабораторного практикуму відсутність можливості роботи з реальним технологічним обладнанням у вигляді промислового контролера було доволі успішно компенсовано застосуванням безкоштовного програмного симулятора контролера S7-200 (рис. 1). Дане програмне забезпечення обрано виходячи з умов доступності та простоти використання. Не зважаючи на спрощену архітектуру контролера, студенти отримують базові принципи програмування з використанням мови Step 7, яка використовується для програмування сучасної лінійки контролерів фірми Siemens.

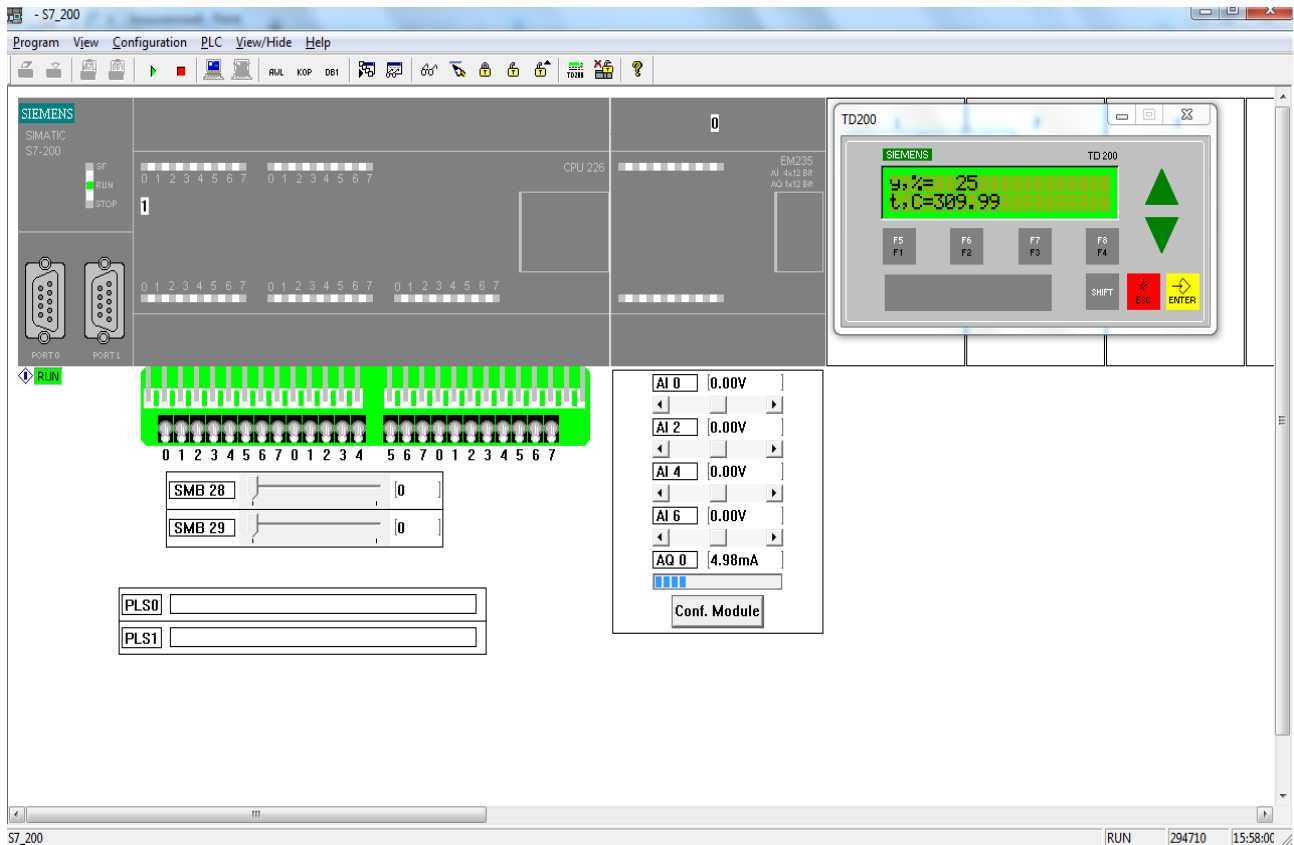


Рисунок 1 – Програмний симулятор контролера

Об'єкт автоматизації може реалізовуватися за допомогою математичної моделі або бути реальним. В залежності від цього необхідні параметри розраховуються числено в PLC, або отримуються безпосередньо від датчиків технологічної інформації. Оскільки в зв'язку з відсутністю лабораторного стенду немає можливості керувати реальним об'єктом, створено його математичну модель. Основою моделі є рівняння перехідного процесу (кривої розгону) статичного об'єкту управління. Коефіцієнти рівняння знаходяться шляхом обробки масиву даних, отриманих під час проведення експерименту. Таке моделювання обумовлене необхідністю побудови замкнутої системи регулювання зі зворотнім зв'язком у вигляді поточного значення фізичного параметру, що регулюється. Саме цей параметр розраховується моделлю в реальному часі безпосередньо в контролері з використанням штатних засобів програмування мови Step 7 та вбудованих математичних функцій. Також програмно реалізовано алгоритм роботи регулятора відповідно до обраного закону регулювання. Налаштування регулятора відповідають обраному типу перехідного процесу та можуть бути отримані в результаті розрахунку чи шляхом адаптації під час роботи системи автоматичного регулювання. Всі ці задачі вирішуються студентами при виконанні відповідних лабораторних робіт в курсі «Мікропроцесорні та програмні засоби автоматизації».

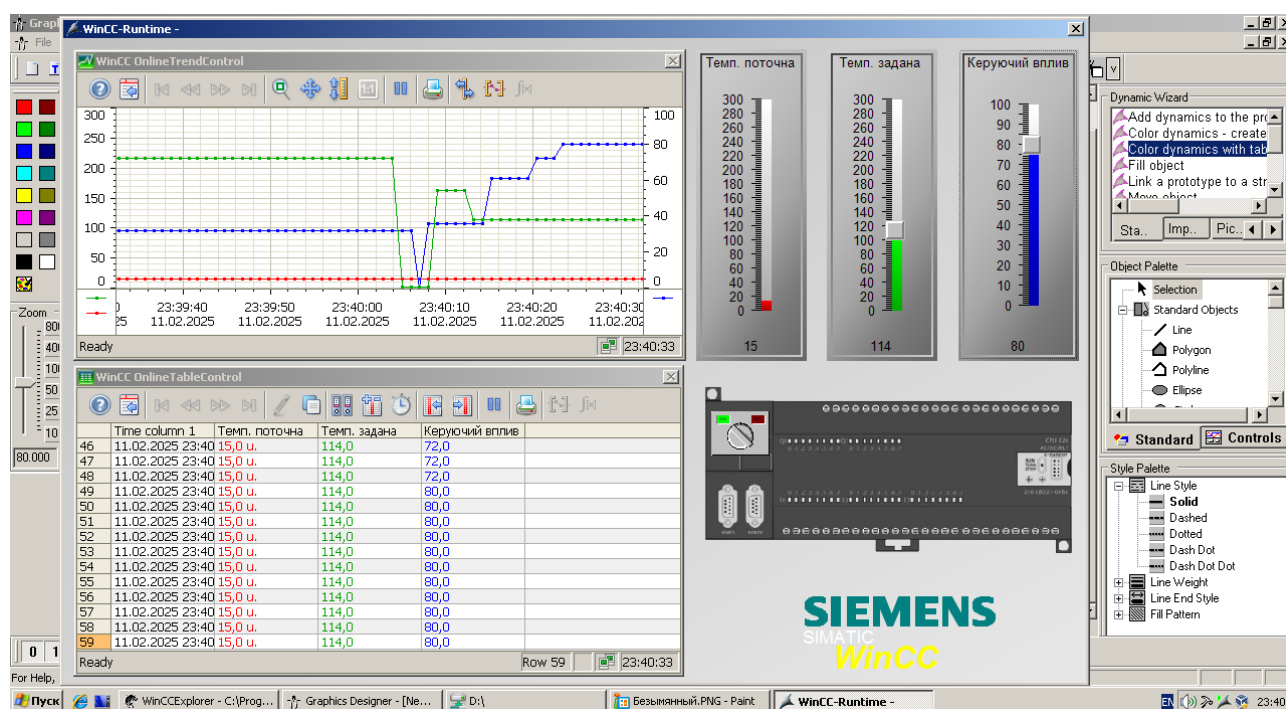


Рисунок 2 – Віртуальний лабораторний стенд об'єкта управління

Дистанційне управління стає практично можливим завдяки наявності web-сервера та HMI-інтерфейсу, що відображає технологічний процес (рис. 2). Засобами SCADA WinCC під час виконання відповідних лабораторних робіт створено інтерфейс віртуального лабораторного стенду. Елементами інтерфейсу є органи керування системою управління та тренди технологічних параметрів. Система може працювати як у ручному, так і в автоматичному режимі. З використанням локальних мереж або Internet студенти можуть бути залученими до безпосереднього керування процесом в онлайн режимі. Програмні технології зв'язку OPC (OLE for Process Control) надають можливість підключення та вирішення задач управління реальним технологічним обладнанням за наявності відповідних умов.

## ВИСНОВКИ

Використання інформаційних технологій дозволяє створювати нові сучасні моделі навчання, що дає можливість лишатись в тренді науково-технічного прогресу, збагачує та урізноманітнює процес викладання.

У період інформатизації навчання та впровадження вимушеного дистанційного формату для успішної та ефективної професійної діяльності викладач зобов'язаний використовувати всі можливості дистанційної освіти. У зв'язку з розвитком дистанційних освітніх технологій та їх активним використанням з'явилася можливість побудови індивідуальних освітніх траєкторій відповідно до сучасних запитів.

Впровадження в освіту технологій дистанційного навчання сприяє одержанню якісно нового освітнього продукту з новими можливостями. Інформатизація з використанням сучасних технологій, як інструменти, надають нові перспективні можливості для викладання в умовах проблем і викликів сьогодення.

Вирішення комплексу задач, поставлених під час створення практичного курсу, представленого в даній роботі, забезпечує отримання студентами необхідних компетенцій. Зокрема, розглянуті технічні рішення реалізації подібних віртуальних лабораторій створюють

можливість ефективного залучення студентів до опанування практичної складової навчального процесу в дистанційному режимі.

### *Список використаних джерел*

1. Кухаренко В. М., Бондаренко В. В. Екстрене дистанційне навчання в Україні: монографія. Харків: Вид-во КП «Міська друкарня», 2020. 409 с.
2. Нестеренко С. А. Проблеми організації дистанційної освіти. Удосконалення освітньовиховного процесу в закладі вищої освіти: збірник науковометодичних праць. Мелітополь: ТДАТУ, 2022. С. 8-16.
3. Камінська, П. А., Новіков, Ю. Л., Томашевський, В. М. Огляд сучасного стану систем дистанційного навчання. Наукові праці Чорноморського державного університету імені Петра Могили. Серія: Комп'ютерні технології. 2011. Т. 160. Вип. 148. С. 146-157.
4. Биков В. Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти: монографія. К.: Атіка, 2008. 250 с.
5. Гуревич Р. С. Інформаційно-телекомунікаційні технології в навчальному процесі та наукових дослідженнях: навчальний посібник для студентів педагогічних ВНЗ і слухачів інститутів післядипломної педагогічної освіти. К.: Освіта України, 2006. 366 с.
6. Кухаренко В. М. Дистанційне навчання: Умови застосування. Дистанційний курс: навч. посіб.: 3-тє вид. Х.: НТУ «ХП», Торсінг, 2002. 320 с.
7. Мікропроцесорні та програмні засоби автоматизації. Програмування систем автоматизації з використанням мікроконтролерів Siemens серії Simatic S7-200: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Мікропроцесорні та програмні засоби автоматизації» для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання / уклад. С. В. Щербаков. – Маріуполь : ПДТУ, 2018. – 54 с.
8. Мікропроцесорні та програмні засоби автоматизації: методичні вказівки з самостійного вивчення курсу «Мікропроцесорні та програмні засоби автоматизації» для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання / уклад. С. В. Щербаков. – Маріуполь : ПДТУ, 2019. – 27 с.

**Shcherbakov S., Cherevko O.**

### **COMPUTER TECHNOLOGIES IN THE ORGANIZATION OF DISTANCE TEACHING OF PRACTICAL DISCIPLINES**

*The article emphasizes the need to transform the content and methods of teaching higher education disciplines in connection with the challenges of modernity associated with the lack of opportunities for organizing full-time education, when educational services are provided directly at the place of residence or temporary stay. Under such conditions, independent work on mastering the materials of educational disciplines comes to the fore and constitutes a significant percentage of the total educational load. The main key points of the transition to a distance learning form should be identified. Special attention should be paid to the formation of learning planning algorithms among students. At the same time, the work of the teacher requires changing the methods of presenting information towards greater specificity, practicality and audience orientation. In this regard, methodological materials should be revised in order to adapt to more independent work. Knowledge assessment should be as free from formal approaches as possible. Demonstration and defense of*

practical work should be public with the involvement of the entire student audience. This contributes to increasing the level of activity and assimilation of lecture materials, reducing the number of unclear questions and errors during the performance of tasks. Interdisciplinary connections are very important, because the remote form of work in the absence of material and technical base requires more complex knowledge, especially in the field of modeling the behavior of objects and the operation of specialized equipment.

So, this work considers the possibilities of implementing modern information technologies for organizing practical work of students in conditions of distance learning with limited access to the laboratory base. As an example, virtual laboratory work on the design of a local automatic control system based on a programmable logic controller (PLC) is presented. The principle of implementing a control object using mathematical modeling and organizing remote control using SCADA and web technologies is given.

**Keywords:** distance learning, technical disciplines, teaching methods, informatization, independent work, practical experience, virtual laboratory practicum.

Стаття надійшла 05.05.2025р.

УДК 671.774.35

[doi.org/10.31498/2522-9990292025330259](https://doi.org/10.31498/2522-9990292025330259)

Григоренко В.У., Куцевол С.В.

## ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ВЕДУЧИХ ШЕСТЕРЕНЬ З ЗМІННИМ ДІЛИЛЬНИМ РАДІУСОМ ДЛЯ СТАНІВ ХОЛОДНОЇ ПРОКАТКИ ТРУБ

Стани холодної прокатки труб широко застосовуються для виробництва високоякісних труб відповідального призначення.

В існуючих станах холодної прокатки труб примусовий катаючий радіус є незмінним і рівним ділільному діаметру ведучої шестерні пари ведуча шестерня - нерухома зубчаста рейка, а природний катаючий радіус є змінним і залежить від параметрів робочого конусу деформування.

Значення примусового катаючого радіусу приймають на практиці як середню величину між діаметром труби-заготовки та діаметром готової труби і тільки в одному перетині робочого конусу значення примусового катаючого радіусу буде дорівнювати значенню природного катаючого радіусу.

В роботі розглядається варіант застосування ведучих шестерень з змінним ділільним радіусом для кожного наступного зуба шестерні за законом відповідно з зміною природного катаючого радіусу.

Вперше запропоновано алгоритм розрахунків ділільного радіусу кожного зубця ведучої шестерні який забезпечує рівність примусового та природного катаючого радіусів по довжині зони деформування робочого конуса згідно його параметрів для способу коли деформування стінки виконують на конічній оправці і коли деформування стінки виконують на оправці з криволінійною твірною її повздожнього профілю.

Отримані результати потрібні для забезпечення більш раціональних умов деформування металу, покращення поверхні прокатаних труб, зменшення зносу поверхні рівчаків валків та оправок, а також для підвищення міжремонтного часу роботи обладнання стану.

Також це потрібно і для проектування при розробці модернізацій чи при розробці нових конструкцій станів холодної прокатки труб.