

## СОЗДАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ НА БАЗЕ МОДУЛЕЙ SCADA-СИСТЕМ

И. В. Сельская, к.х.н., доцент; Ю. И. Саливон, ст. преп.; А. Н. Волчков, ст. преп.

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,

**Аннотация.** Современные производственные системы характеризуются сокращением сроков технологической подготовки производства при выпуске новой продукции. Это обусловлено в значительной степени применением автоматизации технологических процессов. Преподавателями кафедры «Автоматизация и электроснабжение в строительстве» проведен анализ видов технологий, доступных для моделирования в лабораторных условиях и проанализирован перечень факторов, наиболее значимых в плане создания программно-технологических моделей. Для этих целей создан учебный лабораторный «КОМПЛЕКС» на базе модулей SCADA-систем, который используется для моделирования технологических процессов в строительстве и выполнения прикладных исследовательских работ в области материаловедения и эксплуатации конструкций и сооружений.

**Ключевые слова:** автоматизация, автоматика, технологический процесс, проект, управляющие и исполнительные устройства.



*Сельская  
Ирина Владимировна*



*Саливон  
Юрий Иванович*



*Волчков  
Александр Николаевич*

### ВВЕДЕНИЕ

Наблюдающийся в последнее время рост уровня сложности строительных работ, связанный с применением информационных технологий, привел к появлению конструкций повышенной сложности и технологической эффективности. Известно, что это обусловлено в значительной степени применением автоматизации технологических процессов (3D-печать, умный дом, мониторинг состояния конструкций, зданий и сооружений, имеющих сложную пространственную геометрию, многоканальные эксплуатационные испытания и т.д.). С каждым годом всё больше различных сфер человеческой жизни связано с компьютерами и всевозможными программами. Современные производственные системы характеризуют сокращением сроков технологической подготовки производства при выпуске новой продукции. При этом ставятся задачи формализации, хранения и эффективной обработки знаний по реализуемым на производстве технологическим процессам. Имея базу знаний по типовым технологическим процессам необходимо иметь возможность оперативно синтезировать новые технологические процессы исходя из имеющихся возможностей и ограничений, проводя адаптацию производственной системы [1,2,3].

Также следует отметить, что в последние годы в связи с повышением требований к эффективности и качеству электроснабжения потребителей возникла необходимость быстрого развития автоматизированного централизованного управления системой электроснабжения на основе использования средств телемеханики и вычислительной техники. Работа систем электроснабжения городов, промышленных предприятий и сельского хозяйства невозможна в настоящее

время без автоматического управления элементами системы в нормальных и аварийных режимах. Методы и средства автоматического управления постоянно развиваются, также совершенствуется элементная база устройств автоматики.

### АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Согласно последним нормативным документам Министерства образования и науки ДНР, программа дисциплин, преподаваемых в академии, должна быть согласована с новыми нормативными стандартами, учитывать последние достижения в науке и технике, учитывать потребности технических специальностей строительного профиля и использовать компетентностные подходы для системы организации учебного процесса.

На кафедре «Автоматизация и электроснабжение в строительстве» Донбасской национальной академии строительства и архитектуры для студентов направления подготовки 08.03.01 «Строительство» читаются дисциплины «Общая электротехника и электроснабжение, вертикальный транспорт», «Автоматика» и «Автоматизация». Дисциплина «Автоматизация» разделена по профилям подготовки. В учебный процесс введены такие дисциплины: «Автоматизация производственных процессов в строительстве», «Автоматизация производственных процессов строительных материалов, изделий и конструкций», «Автоматизация производственных процессов в строительстве и эксплуатации автомобильных дорог», «Автоматизация систем ВВ», «Автоматизация систем ТГВ», «Автоматизация систем ГСХ (проект «Умный дом»)), которые отражают направление профиля подготовки.

Согласно изложенному, данная работа является в настоящее время актуальной, так как новые введенные дисциплины с учетом новых нормативных стандартов с использованием компетентностных подходов и с применением интерактивных и мультимедийных технологий требуют детального и серьезного подхода в процессе преподавания [4,5].

Стремительно развивающиеся научные технологии требуют от современного вуза внедрения новых подходов к обучению, обеспечивающих развитие коммуникативных, творческих и профессиональных знаний для будущих специалистов строительного профиля. В настоящее время создано большое количество разнообразных информационных ресурсов, которые существенно повысили качество учебной и научной деятельности. Все чаще в обучении используются мультимедийные технологии, спектр которых заметно расширился: от создания обучающих программ до разработки целостной концепции построения образовательных программ в области мультимедиа, формирования новых средств обучения. Это позволяет сделать программный продукт информационно насыщенным и удобным для восприятия, стать мощным дидактическим инструментом благодаря своей способности одновременного воздействия на различные каналы восприятия информации [6,7].

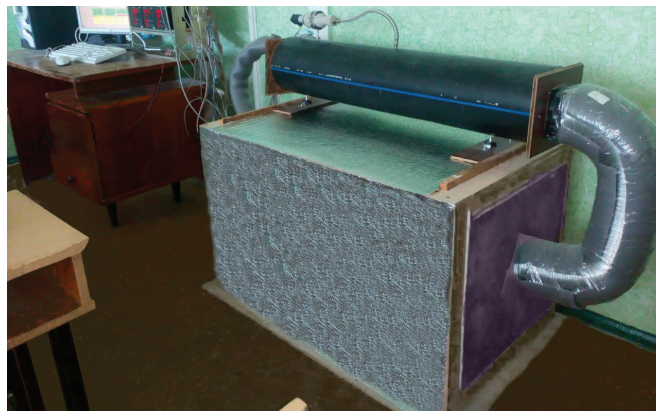


Рис. 1.1 Лаборатория автоматизации

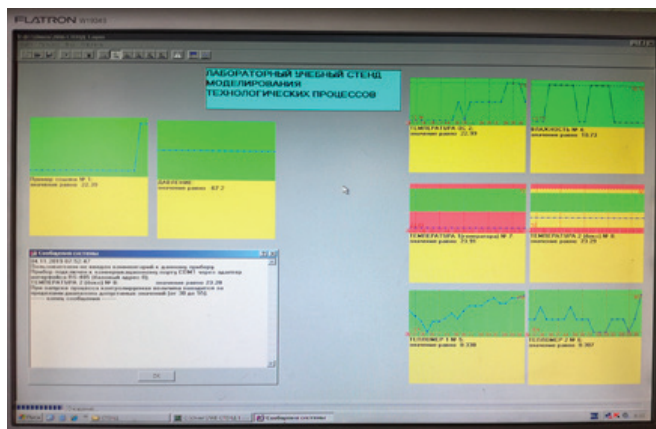


Рис. 1.2 Вывод результатов экспериментов



Рис. 1.3 Универсальный учебный стенд

В этой связи преподавателями кафедры «Автоматизация и электроснабжение в строительстве» проведен анализ видов технологий, доступных для моделирования в лабораторных условиях и проанализирован перечень факторов, наиболее значимых в плане создания программно-технологических моделей. Для этих целей создан учебный лабораторный «КОМПЛЕКС», который используется для моделирования технологических процессов в строительстве и выполнения прикладных исследовательских работ в области материаловедения и эксплуатации конструкций и сооружений (разработчик и исполнитель ст. преподаватель Ю.И. Саливон) (рис. 1) [8,9,10,11].

### ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Изучение дисциплины «Автоматизация» базируется на знаниях, полученных студентами по дисциплинам «Общая электротехника и электроснабжение, вертикальный транспорт», «Автоматика». Предшествующие дисциплины снабжены лабораторной базой (рис. 2). Лабораторная база по дисциплине «Автоматика» разработана и введена в учебный процесс старшим преподавателем А.Н. Волчковым, которая усовершенствуется с каждым учебным годом (рис. 3).

Основная дисциплина, теоретический и практический материалы, которые использует дисциплина

«Автоматизация», является «Автоматика». Автоматика – это отрасль науки и техники, охватывающая теорию и устройства средств и систем автоматического управления машинами и технологическими процессами [12]. Чтобы дальнейшие изучения процессов автоматизации были доступны, студент в результате изучения дисциплины «Автоматика» должен знать:

- основы релейной защиты и системы автоматики;
- классификацию систем автоматики и микропроцессорных устройств;
- принципы построения типовых узлов, применяемых в автоматике, преобразовательной и вычислительной технике;



Рис. 2 Лаборатория электротехники и электроснабжения



Рис. 3.1 Учебный лабораторный стенд



Рис. 3.2 Лаборатория автоматике

- основные технические средства автоматике и телемеханики, используемые в производстве;
- статические и динамические характеристики основных элементов и систем автоматического управления;
- принципы действия автоматических систем непрерывного и дискретного действия;
- структурные схемы и принцип работы микропроцессоров;
- области применения устройств микропроцессорной техники;
- принципы построения принципиальных электрических и функциональных схем автоматике, привязанных к производственным процессам.

Автоматизация производственных процессов есть совокупность мероприятий по разработке технологических процессов, созданию и внедрению высокопроизводительных автоматически действующих средств производства, обеспечивающих непрерывный рост производительности труда. Автоматизация способствует значительному повышению производительности труда, улучшению качества продукции и условий труда людей. Автоматизация – это комплексная конструкторско-технологическая задача создания принципиально новой техники на базе прогрессивных технологических процессов обработки, контроля, сборки. Целью преподавания этой дисциплины является расширение мировоззрения студентов и приобретение комплекса специальных знаний и умений, необходимых для организации высокоэффективных автоматизированных производственных процессов в строительстве. Преподавание дисциплины «Автоматизация» должно обязательно соответствовать двум следующим требованиям: во-первых, курс «Автоматизация» должен быть изложен последовательно и гармонично, чтобы предоставить студенту четкое представление об автоматизации как о современной науке. Во-вторых, курс «Автоматизация» для инженерно-строительных

специальностей должен быть четко ориентирован именно на нужды инженера-строителя той или иной профессии. Формирование у студентов научного мировоззрения и современного научного мышления. Учет особенностей различных специальностей при преподавании курса «Автоматизация» надо проводить также путем рассмотрения на лекциях примеров практического использования процесса автоматизации в соответствующих отраслях строительства [1,2,3].

В процессе изучения дисциплины «Автоматизация» студент должен:

1. Усвоить знания по общим закономерностям и тенденции развития современного автоматизированного производства.
2. Знать основы построения, методы расчета технологических процессов автоматизированного производства, принципы проектирования автоматизированных технологических систем, цехов, предприятий.
3. Уметь оценивать уровень автоматизации производства.
4. Разрабатывать и организовывать оптимальные технологические процессы для условий автоматизированного производства.
5. Управлять производственными процессами с применением современных средств автоматике и вычислительной техники.
6. Пользоваться новыми методами автоматического контроля производственных процессов и качества выпускаемой продукции.
7. Применять роботы и манипуляторы для повышения эффективности производства.

Введенный в учебный процесс на кафедре «Автоматизация и электроснабжение в строительстве» учебный лабораторный «КОМПЛЕКС» позволяет создавать действующие автоматизированные системы по следующим направлениям: производство строительных материалов; испытание строительных конструкций на прочность; решение задач термодинамики при

испытаниях материалов на теплопроводность; изучение акустических характеристик и звукоизолирующих свойств ограждающих конструкций и поверхностей; исследование влияния метеорологических факторов и приземных атмосферных явлений на надежность эксплуатации сооружений, имеющих сложную пространственную геометрию; исследование вибрационных свойств объектов, амплитудно-частотный анализ резонансных явлений.

«КОМПЛЕКС» содержит ряд задающих, управляющих и исполнительных устройств:

- тестовый генератор теплового потока регулируемой производительности;
- источник воздушного потока на базе двигателя постоянного тока с двухконтурной системой регулирования методами фазоимпульсного и широтноимпульсного управления;
- высоколинейный акустический излучатель с повышенным уровнем звукового давления;
- вибромашина для низкого и инфранизкого диапазона гармонических колебаний и ударных воздействий.

Комплект измерительной аппаратуры базируется на линейке приборов фирмы «ОВЕН». При этом в структуре «КОМПЛЕКСА» можно выделить ряд подсистем:

- измерительно-регулирующую, выполняющую функции первичной обработки сигналов датчиков и подготовки управляющих воздействий;
- тензометрическую для проведения специальных измерений с помощью датчиков усилий, деформаций и тензодинамометров;
- индикационно-управляющую для выдачи управляющих воздействий по протоколу и индикации их текущих значений;
- силовую для регулирования числа оборотов двигателей постоянного тока и асинхронных двигателей;
- прецизионные электронные весы;
- интерфейсную для коммутирования информационных потоков.

Программно-технологические проекты создаются с помощью следующих SCADA-систем: «OWEN PROCESS MANAGER» (OPM), «MASTER SCADA» (MS) фирмы «ИнСАТ» и цифрового спектрального акустического анализатора «SpektraLAB». При этом с помощью OPM и MS реализуются как измерительно-управляющие функции, так и экспертно-предупредительная сигнализация о внепределных и аварийных ситуациях. Программа «SpektraLAB» позволяет регистрировать и анализировать спектры как гармонических, так и ударных воздействий и интерпретировать их в виде таблиц, графиков и спектрограмм.

«КОМПЛЕКС» построен по функционально блочному принципу агрегатирования программно-технических средств, допускающему несложные способы его адаптации к конкретному набору решаемых задач и оперативное конфигурирование технологических проектов. Открытая архитектура позволяет наращивать возможности «КОМПЛЕКСА» в соответствии с

требованиями решаемых задач. Создание технологических проектов при таком подходе сводится к формализации и алгоритмизации процесса с последующим конфигурированием требуемой структуры с помощью специализированных программных модулей.

Создание технологических проектов на базе модулей SCADA-систем.

Порядок создания системы автоматизированного управления (САУ):

1. Процесс создания САУ начинается с формализации технологического процесса в виде диаграммы алгоритма, устанавливающего количество и характер функциональных модулей и связи между ними.

2. Выбирается способ технической реализации назначенных функций путем определения типов и количества датчиков физических переменных и первичных преобразователей сигналов.

3. Производится программное подключение датчиков к измерительным каналам путем их спецификации с учетом особенностей технологии.

4. Определяются количество и типы исполнительных устройств и формируются сквозные каналы регулирования.

5. По принципу пропорциональности производится настройка сквозных каналов, задавая при этом:

- тип датчика; шкалу сигнала; частоту опроса;
- величину «уставки» (контролируемое значение параметра);
- вид реакции на предельные режимы;
- тип и режим работы исполнительного устройства;
- частоту и способ архивирования данных;
- устанавливается возможность удаленного доступа к архивам.

В качестве примера рассмотрим лабораторную работу, в ходе выполнения которой студентам предлагается создание и изучение работы условно-реального технологического процесса на базе масштабированной модели вентиляционной системы подготовки и нагнетания воздуха в рабочую зону климатической камеры.

**ПРИМЕР.** Атмосферный воздух, пройдя предварительную подготовку (нагрев, увлажнение), нагнетается в вентиляционный канал с помощью вентилятора-улитки с приводом от двигателя постоянного тока (ДПТ) с фазоимпульсным методом управления. Контроль числа оборотов двигателя вентилятора осуществляется по показаниям тахогенератора (ТхГ), установленного на валу. Питание ДПТ выполняется от управляемого источника питания. Температура контролируется датчиком температуры (Dt1), относительной влажности – датчиком. По мере создания избыточного давления, равного номинальному значению, и измеряемого датчиком давления и необходимой скорости воздушного потока, измеряемой датчиком (DV), открывается электропневмоклапан подачи воздуха в рабочую зону климатической камеры. Здесь установлены датчик температуры и датчик мощности теплового потока. Значение температуры поддерживается на необходимом уровне с помощью тепловыделяющего

элемента, установленном в вентканале, влажность — с помощью парогенератора. Начальный и избыточный поток воздуха уходят в атмосферу через выпускной электропневмоклапан. По каналам ТхГ, Дт1, ДУ выполняется анализ текущих значений и сравнение их с допустимыми значениями. В случае их выхода за установленные пределы формируются предупредительные сигналы в виде всплывающих окон SCADA-системы OWEN OPM-1.06 и происходит блокирование возникновения аварий.

Данные, поступающие от всех датчиков, обрабатываются по заданной программе и архивируются в виде графиков и таблиц с привязкой к шкале времени. Архивы доступны для просмотра как в текущем режиме, так и в режиме произвольного доступа. Архивы также могут быть доступны для внешних пользователей в локальной сети и по GSM-протоколу в удаленном варианте.

Наглядность средств обучения в преподавании дисциплины «Автоматизация» играет важную роль в формировании информационно-интегрированной образовательной среды студента и решает целый комплекс современных дидактических, методических, психологических вопросов.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Автоматизация производства — одно из главных направлений технического прогресса. При автоматизации машины уже не только заменяют физический труд человека, но и выполняют функции управления производством. При этом процессы получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов и информации производятся автоматически. Автоматизация производства подготовлена всем предыдущим развитием науки, техники, технологии и является закономерным продолжением механизации производственных процессов. В то же время автоматизация — это качественно новый этап развития производства. В результате автоматизации увеличивается производительность оборудования, снижается себестоимость, сокращается брак и повышается безопасность работы и т.д. Промышленность, транспорт, системы связи и защита окружающей среды существенно зависят от автоматизированных систем управления. Практически ни одна техническая система — от железной дороги до ядерного реактора — не работает без той или иной формы управления.

### Список литературы

1. Автоматизация организационно-технологического проектирования в строительстве: учебник [Электронный ресурс] / С. А. Синенко, В. М. Гинзбург, В. Н. Сапожников [и др.]. // 2-е изд. Саратов: Вузовское образование, 2019. 235 с. — Режим доступа: URL: <http://www.iprbookshop.ru/79746.html>.

2. Молдабаева М. Н. Автоматизация технологических процессов и производств : учебное пособие [Электронный ресурс] / М. Н. Молдабаева. // Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. 224 с. — Режим доступа: URL: <http://www.iprbookshop.ru/86574.html>.
3. Схиртладзе А. Г. Автоматизация технологических процессов и производств: учебник [Электронный ресурс] / А. Г. Схиртладзе, А. В. Федотов, В. Г. Хомченко. // 2-е изд. Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. 459 с. — Режим доступа: URL: <http://www.iprbookshop.ru/83341.html>.
4. Никитина Т. В. Компетентностный подход как методологическая основа высшего образования [Текст] / Т.В. Никитина. // Вестник Кемеровского Государственного университета. 2015. Т. 3, № 2 (62). С.88-91.
5. Захарова И.Г. Информационные технологии в образовании : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений [Текст] / И.Г. Захарова. — 6-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2010. — 192 с.
6. Сумина Г.А. Использование мультимедийных технологий в учебном процессе ВУЗа [Текст] / Г.А. Сумина, Н.Ю. Ушакова // Успехи современного естествознания. 2007. №5. С. 76-78.
7. Полат Е. С. Современные педагогические и информационные технологии в системе образования: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. [Текст]/ Е.С. Полат, М.Ю. Бухаркина. — 3-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2010. — 368 с.
8. Жидиков В. П. Учебно-методическое пособие по дисциплине «Программное обеспечение систем управления. Автоматизация технологических процессов и производств» [Электронный ресурс] / В. П. Жидиков. // М. : Московский технический университет связи и информатики, 2016. — 64 с. — Режим доступа: URL: <http://www.iprbookshop.ru/61530.html>.
9. Гоношилов Д. С. Моделирование технологических процессов производства электронной аппаратуры инструментами когнитивной графики [Электронный ресурс] / Д. С. Гоношилов, Л. О. Маркос. // Молодой ученый. 2016, №24. С. 51-59. — Режим доступа: URL <https://moluch.ru/archive/128/35415/>.
10. Сельская И. В. Мультимедийные технологии моделирования технологических строительных процессов в преподавании дисциплины автоматизация. [Электронный ресурс] / И.В. Сельская, Ю.И. Саливон. // Научные технологии и инновации: эл. сб. докладов Междунар. науч.-практ. конф., Белгород: Изд-во БГТУ. 2019. Ч. 10. С. 109-114. — Режим доступа: [http://conf.bstu.ru/material\\_conf/XXIII\\_nauchnye\\_chneniya](http://conf.bstu.ru/material_conf/XXIII_nauchnye_chneniya).
11. Адамова А. А. Визуальное моделирование адаптации подготовки производства к выпуску новой продукции [Текст] / А. А. Адамова, А. И. Власов // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2014. № 2 (154). С. 46–56.
12. Певзнер Л. Д. Теория автоматического управления. [Текст] / Л. Д. Певзнер. Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2016. — 604 с.