

DOI: 10.15593/2224-9400/2017.3.05

УДК 658.512

**М.Л. Аснина, К.А. Копылова, П.Ю. Сокольчик**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет, Пермь, Россия**РАЗРАБОТКА БИБЛИОТЕКИ ТИПОВЫХ РЕШЕНИЙ  
В САПР ДЛЯ ТЕХНОРАБОЧЕГО ПРОЕКТА АСУТП  
В РАМКАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕБНОГО КУРСА  
«ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ»**

*Проектирование современных автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) невозможно без использования систем автоматизированного проектирования (САПР). САПР помимо общих требований к автоматизации проектных работ должен учитывать специфику предметной области проектирования и специфику нормативной базы, применяемой в этой области.*

*Для обучения студентов, в том числе в рамках проектной деятельности, обычно используются универсальные САПР, имеющие широкий охват работ, например, АВТОКАД фирмы «Autodesk» или «Компас» фирмы «Аскон». Однако такие САПР в силу своей универсальности не всегда учитывают специфику конкретных проектных работ, а зарубежные САПР, кроме того, не учитывают специфику нормативной документации, используемой при проектировании АСУТП, правил оформления комплектов технической и рабочей документации. Зато такие системы проектирования имеют широкие возможности по их адаптации. На рынке существуют многочисленные пакеты, позволяющие специализировать такие САПР для проектных работ АСУТП. Для учебных заведений подход с покупкой дополнительных модулей для адаптации САПР не всегда целесообразен. Во-первых, такие модули имеют достаточно высокую стоимость, иногда соизмеримую со стоимостью самой САПР; во-вторых, такие библиотеки могут быть избыточны для учебного заведения; в-третьих, разработка таких модулей силами студентов позволяет как повысить степень владения конкретным САПР, так и лучше разобраться в методике проектных работ и особенностях проектной нормативно-технической документации. Данная статья посвящена методике разработки и применения шаблонов для технорабочего проекта АСУТП в рамках дисциплины «Проектирование автоматизированных систем».*

**Ключевые слова:** автоматизированная система управления технологическим процессом, проектирование, САПР, библиотека типовых решений.

**M.L. Asnina, K.A. Kopylova, P.Yu. Sokolchik**

Perm National Research Polytechnic University,  
Perm, Russian Federation

**LIBRARY OF STANDARD DECISIONS DEVELOPMENT  
IN A CAD FOR THE TECHNICAL AND WORKING PROJECT  
OF THE PCS WITHIN EDUCATIONAL COURSE  
“THE AUTOMATED SYSTEMS PROJECTION” PROVIDING**

*Projection of the modern automated process control systems (APCS) is impossible without use of computer-aided engineering systems (CAD). A CAD besides the common requirements to automation of project works has to consider specifics of subject domain of projection and specifics of the regulatory base applied in this area.*

*For tutoring of students, including within design activity, it is usually used the universal CAD having broad coverage of works, for example, such as AUTOCAD of «Autodesk» or Kompas of «Askon». However, such SPR owing to their universality not always consider specifics of concrete project works, and a foreign CAD, besides, does not consider specifics of normative documentation, which is used of the PCS projection, rules of registration of sets of technical and working documentation. But such systems of projection have ample opportunities on their adaptation. In the market there are numerous packages allowing to specialize such CAD for project works PCSs. For educational institutions approach with purchase of padding modules for adaptation of a CAD not always is expedient. Firstly, such modules have rather high cost, sometimes commensurable with the cost of the CAD; secondly, such libraries can be superfluous for educational institution; thirdly, development of such modules by students allows how to raise extent of possession to a concrete CAD, and it is better to understand a technique of project works and features of the design of technical documentation. This article is devoted to a technique of development and application of templates for the PCS technical and working project within discipline "Projection of the automated systems".*

**Keywords:** *automated system for process control, design, CAD, standard solution library.*

Жизненный цикл (ЖЦ) АСУТП можно представить как последовательность стадий предпроектных, проектных, ввода в действие и эксплуатации. ЖЦ как всей АСУТП, так и ее элементов может быть регламентирован различными стандартами, так например в Российской Федерации наиболее часто используется ГОСТ 34.601–90 «Автоматизированные

системы. Стадии создания». Одной из стадий создания АСУТП является разработка технического и рабочего (в некоторых случаях технорабочего) проектов [1]. Проект представляет собой информационный продукт, содержащий исчерпывающие знания по монтажу, пусконаладочным работам. Процессы проектирования должны быть взаимоувязаны между всеми участниками разработки. Проект и процесс его выполнения подчиняются большому количеству норм и правил по выполнению. Для ускорения разработки, снижения вероятности ошибок при проектировании используют системы автоматизированного проектирования (САПР). САПР является неразрывным комплексом, объединяющим пользователей, программное обеспечение и технические средства [2]. САПР позволяет в том числе не отвлекать внимание разработчиков на рутинную работу (изображение условных обозначений, соблюдение правил технического черчения и т.п.). При выполнении проекта АСУТП используют как универсальные САПР общего назначения, например, «Компас», АВТОКАД, так и специализированные – AUTOCAD-ELECTRICAL и др. Специализированные САПР в настоящее время применяются реже в силу их высокой стоимости, сложности в освоении. САПР общего назначения обычно необходимо настраивать, так как она может не содержать условных обозначений, таблиц, требований по оформлению, применимых при разработке АСУТП.

При подготовке специалистов в области проектирования АСУТП обычно применяют САПР общего назначения (чаще всего двухмерного проектирования) [3], что обусловлено их меньшей стоимостью, простоте получения навыков. В статье будет рассмотрена адаптация САПР АВТОКАД для решения задач проектирования, как в рамках учебного процесса, так и при реальном проектировании.

САПР общего назначения могут не содержать требуемых библиотек типовых решений, что может быть связано со спецификой как проектных работ, так и тех стандартов, которые заложены в САПР, разработанные зарубежными компаниями. Информационно-программные пакеты по адаптации таких САПР обычно имеют высокую стоимость, соизмеримую с самим САПР. Кроме того, задача адаптации САПР позволяет усилить подготовку будущих инженеров-проектировщиков. Во-первых, при адаптации САПР можно усилить, навыки работы с самим программным комплексом САПР, изучить способы его конфигурирования и адаптации. Во-вторых, разработка библиотек, шаблонов и типовых решений позволяет глубже изучить как нормативную базу проектных работ, так и методику разработки проектных документов.

Разработанная библиотека типовых решений привязана к стандартам на выполнение рабочих документов на автоматизированную систему РД 50 34.698–90 и ГОСТ 21.208–2013 [4]. Нормативные документы ГОСТ 21.408–2013, ГОСТ 21.613–2014, ГОСТ 21.608–2014, применяемые для проектных работ, будут использоваться как основа для адаптации САПР [5].

Разработанная библиотека типовых элементов и устройств представляет собой иерархически упорядоченную совокупность шаблонов и библиотек блоков. Так, шаблон представляет собой специальным образом организованный и предназначенный для разработки отдельного документа или группы документов файл [6]. Группа шаблонов представляет собой совокупность файлов, содержащих предварительную настройку параметров (слои, режимы, стили, толщины линий и др.), предназначенных для разработки рабочих документов [7]. Применение шаблонов позволяет унифицировать разрабатываемые документы и сократить время разработки. В комплект входят несколько шаблонов (табл. 1).

Таблица 1

### Шаблоны документов

Шаблон	Назначение	Основные слои (категории документа)
Общие блоки	Общие документы, таблицы, журналы	Текст, таблицы
Шаблон функциональных схем	Разработка функциональных схем автоматизации	Технологические аппараты, трубопроводы, приборы и средства автоматизации, информационные линии связи
Шаблон принципиальных схем	Разработка принципиальных электрических схем электропитания, контроля и управления, сигнализации и блокировок и др.	Элементы и устройства, клеммы, электрические цепи, шины
Шаблон проектно-компоновочных изделий	Разработка чертежей на щиты и пульты управления	Конструктивные изделия, оборудование, размеры
Шаблон схем внешних проводок	Разработка схем соединений и подключения внешних кабельных и трубных проводок	Приборы и средства автоматизации, электрические цепи, кабели, клеммы, кабельные конструкции, условные обозначения
Шаблон планов трасс	Разработка планов расположения оборудования, кабельных и трубных проводок	Здания и сооружения, кабельные конструкции, трассы, условные обозначения, приборы и средства автоматизации

Библиотека охватывает основные документы рабочего проекта. При разработке документов рабочего проекта используется большое количество условных обозначений. В составе САПР АВТОКАД без использования пакетов по адаптации условные обозначения определяются стандартами ANSI или ISO [8]. Библиотека условных обозначений разработана на основании ГОСТов. Для разработки библиотеки условных обозначений применены динамические блоки [9–11]. На рис. 1 приведен пример такого блока.

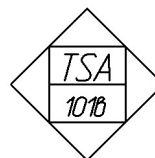


Рис. 1. Пример блока «Прибор системы ПАЗ» с заполненными полями

Блоки условных обозначений сгруппированы в виде отдельных вкладок – «инструментальных палитр» [12,13]. Основные разработанные палитры приведены в табл. 2.

Таблица 2

Пример разработанных инструментальных палитр для выполнения рабочей документации

Название	Назначение	Пример блоков, входящих в инструментальную палитру
Таблицы	Таблицы и спецификации	«Ведомость проекта», «Используемые средства автоматизации», «Перечень надписей», «Таблица входных и выходных сигналов», «Таблица подключения внешних проводов», «Таблица подключения», «Таблица соединений», «Общие данные»
Конденсаторы	Конденсаторное оборудование (по ГОСТ 21.205–93)	«Фильтр», «Конденсатор», «Воздухоосушитель», «Подогреватель», «Охладитель», «Охладитель-подогреватель»
Насосы и компрессоры	Насосное и компрессорное оборудование (по ГОСТ 21.205–93)	«Насос нерегулируемый нереверсивный», «Насос нерегулируемый реверсивный», «Насос регулируемый нереверсивный», «Насос регулируемый реверсивный», «Насос-дозатор», «Компрессор», «Насос радиально-поршневой», «Насос лопастной центробежный», «Насос шестеренный», «Вентилятор центробежный», «Вентилятор осевой»
Приборы по ГОСТ 21.208–2013	Приборы и СА	«Прибор обозначение основное», «Прибор обозначение альтернативное», «Прибор ПАЗ обозначение основное», «Прибор ПАЗ обозначение альтернативное», «Регулирующий орган», «Исполнительный механизм», «Точка отбора сигнала»

## Окончание табл. 2

Название	Назначение	Пример блоков, входящих в инструментальную палитру
Аппараты	Аппараты для функциональных схем	«Теплообменник кожухотрубчатый», «Ректификационная колонна»
Трубопроводная арматура	Трубопроводная арматура (по ГОСТ 21.205–93)	«Клапан проходной», «Клапан угловой», «Клапан трехходовой», «Клапан регулирующий проходной», «Клапан регулирующий угловой», «Клапан обратный проходной», «Клапан обратный угловой», «Клапан предохранительный угловой», «Клапан дроссельный», «Клапан редукционный», «Задвижка», «Затвор поворотный», «Кран проходной», «Кран угловой», «Кран трехходовой»
Интерфейсы	Интерфейсы	RS-232, RS-485, RS-422
Блоки электрические	Электрические элементы (по ГОСТ 2.756–76 ЕСКД)	«Автомат», «Диод», «Ключ замыкающий», «Ключ переключающий», «Ключ размыкающий», «Лампа», «Реле», «Клемма»
Приборы	Приборы для принципиальных схем	«Датчик», «БИЗ активный», «БИЗ пассивный», «Блок питания», «МЭО», «Частотный привод»
Шкаф	Щиты, пульты, стививы	«Линейка», «DIN-рейка», «DIN-устройство», «Кабель», «Клемма», «Цоколь»
Проводки	Блоки для схем соединений и подключения внешних проводок	«Кабельный ввод», «Позиция кабеля», «Экранирование», «Количество жил»
План расположения	Блоки для плана расположения оборудования, кабельных и трубных проводок	«Внешитовой прибор», «Щит», «Отборное устройство», «Смена высоты», «Позиция кабеля», «Переход», «Кабельная конструкция»
Строительные	Элементы зданий	«Дверь», «Окно»

Пример палитры, применяемой в ходе работ по созданию функциональных схем автоматизации, представлен на рис. 2.

Алгоритм разработки документов технорабочего проекта будет следующим. Проектировщик в зависимости от вида документа выбирает шаблон с типовыми настройками. Затем с помощью палитры выбирает блоки из библиотеки и компоует их в документе. Завершение разработки документа производится стандартными средствами САПР.

Разработанная библиотека может использоваться при курсовом и дипломном проектировании, что позволяет существенно экономить время разработки и сосредоточиться на творческом аспекте проектирования. Библиотека может использоваться при проектировании реальных АСУТП. Разработанная библиотека позволяет обойтись безкупаемых средств адаптации САПР, что особенно важно в условиях учебного заведения. Разработка элементов библиотеки и ее дальнейшее расширение используется для изучения студентами САПР и нормативной документации.

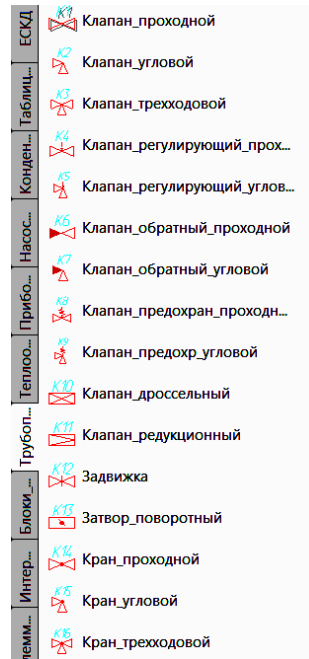


Рис. 2. Пример инструментальной палитры «Трубопроводная арматура»

### Список литературы

1. Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП: проектирование и разработка: учеб.-практ. пособие. – М.: Инфра-Инженерия, 2008. – 926 с.
2. Зуев С.А., Полещук Н.Н. САПР на базе AutoCAD – как это делается. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 1168 с.
3. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 431 с.
4. Батоврин В.К. Стандарты системной инженерии. – М.; СПб., 2012. – Вып. 4. – 64 с. – (серия докладов (зеленых книг) в рамках проекта «Промышленный и технологический форсайт Российской Федерации»).
5. Талапов В.В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 392 с.
6. Варакин А.С. AutoCAD. Профессиональная работа. – М.: Вильямс, 2006. – 1040 с.
7. Тику Шам. Настройка AutoCAD: пер. с англ. – М.: Вильямс, 2006. – 768 с.

8. Стеллман Т., Кришнан Г.В. Освоение AutoCAD 2004: пер. с англ. – М.: Вильямс, 2005. – 1184 с.
9. Харрингтон Д. AutoCAD: пер. с англ. – М.: Вильямс, 2006. – 944 с.
10. Соколова Т.Ю. AutoCAD 2012 на 100%. – СПб.: Питер, 2012. – 574 с.
11. Аббасов И.Б. Создаем чертежи на компьютере в AutoCAD 2007/2008: учеб. пособие для вузов. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 135 с.
12. Орлов А. AutoCAD 2015: практ. рук. – СПб.: Питер, 2015. – 384 с.
13. Шуляк И.В. AutoCAD 2009 для проектировщиков. – М.: Диалектика, 2009. – 960 с.

### References

1. Fedorov Iu.N. Spravochnik inzhenera po ASUTP: proektirovanie i razrabotka [Reference book by the engineer on the ACS: projection and development]. Moscow, Infra-Inzheneriia, 2008, 926 p.
2. Zuev S.A., Poleshchuk N.N. SAPR na baze AutoCAD – kak eto delaetsia [CAD on the basis of AutoCAD - as it is done]. Saint Petersburg, BKhV-Peterburg, 2004, 1168 p.
3. Norenkov I.P. Osnovy avtomatizirovannogo proektirovaniia [Automated bases]. Moscow, MGTU im. N. E. Baumana, 2009, 431 p.
4. Batovrin V.K. Standarty sistemnoi inzhenerii: seriia dokladov (zelenykh knig) v ramkakh proekta «Promyshlennyi i tekhnologicheskii foresait Rossiiskoi Federatsii» [Standards of system engineering: a series of reports (green books) in the framework of the project "Industrial and technological foresight of the Russian Federation"]. Saint Petersburg, 2012, iss. 4, 64 p.
5. Talapov V.V. Osnovy BIM: vvedenie v informatsionnoe modelirovanie zdaniy [Fundamentals of BIM: an introduction to the information modeling of buildings]. Moscow, DMK Press, 2011, 392 p.
6. Varakin A.S. AutoCAD. Professional'naia rabota [AutoCAD. Professional work]. Moscow, Vil'iams, 2006, 1040 p.
7. Tiku Sham Nastroika AutoCAD [Setting up AutoCAD]. Moscow, Vil'iams, 2006, 768 p.
8. Stellman Tomas, Krishnan G.V. Osvoenie AutoCAD 2004 [Mastering AutoCAD 2004]. Moscow, Vil'iams, 2005, 1184 p.
9. Kharrington Devid. AutoCAD [AutoCAD]. Moscow, Vil'iams, 2006, 944 p.
10. Sokolova T.Iu. AutoCAD 2012 na 100% [AutoCAD 2012 for 100%]. Saint Petersburg, Piter, 2012, 574 p.



11. Abbasov I.B. Sozdaem chertezhi na komp'iutere v AutoCAD 2007/2008 [We create drawings on the computer in AutoCAD 2007/2008]. Moscow, DMK Press, 2008, 135 p.

12. Orlov A. AutoCAD 2015: Prakticheskoe rukovodstvo [AutoCAD 2015: A Practical Guide]. Saint Petersburg, Piter, 2015, 384 p.

13. Shuliak I.V. AutoCAD 2009 dlia proektirovshchikov [AutoCAD 2009 for designers]. Moscow, Dialektika, 2009, 960 p.

Получено 29.08.2017

### **Об авторах**

**Аснина Мария Леонидовна** (Пермь, Россия) – магистр кафедры автоматизации технологических процессов Пермского национального исследовательского политехнического университета (614013, г. Пермь, ул. Профессора Поздеева, 9, корпус Б, e-mail: mariay59@mail.ru).

**Копылова Ксения Андреевна** (Пермь, Россия) – бакалавр кафедры автоматизации технологических процессов Пермского национального исследовательского политехнического университета (614013, г. Пермь, ул. Профессора Поздеева, 9, корпус Б, e-mail: kopylovawork@gmail.com).

**Сокольчик Павел Юрьевич** (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, кафедра автоматизации технологических процессов Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, ул. Профессора Поздеева, 11, e-mail: psokol@pstu.ru).

### **About the authors**

**Maria L. Asnina** (Perm, Russian Federation) – Undergraduate Student, Department of process automation Perm National Research Polytechnic University (11, Pozdeev str., 614990, Perm, e-mail: mariay59@mail.ru).

**Ksenia A. Kopylova** (Perm, Russian Federation) – Student, Department of process automation, Perm National Research Polytechnic University (11, Pozdeev str., 614990, Perm, e-mail: kopylovawork@gmail.com).

**Pavel Y. Sokolchik** (Perm, Russian Federation) – Ph.D. of Technical Sciences, Department of process automation, Perm National Research Polytechnic University (11, Pozdeev str., 614990, Perm, e-mail: psokol@pstu.ru).