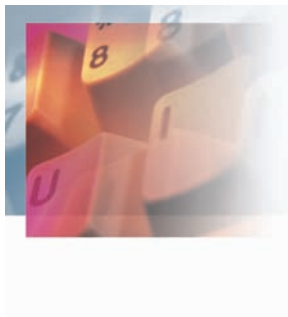


Оценка уровня автоматизации предприятия



Ю.Б. Кузьмин (ООО «РН-Информ»)

Evaluation of the level of enterprise automation

Yu.B. Kuzmin (RN-Inform LLC)

The method of calculating the level of automation for oil-and-gas production enterprise on the basis of the developed weighting coefficients model is presented. A convenient software tool for modeling the coefficient of automation at the implementation of various automatic process control systems is received. An obvious mechanism of the control of the allocated funds to systems upgrade is presented. The obtained results are analyzed.

Ключевые слова: автоматизация, модернизация, планирование, АСУТП, ТЭО, оценка.
Адрес для связи: IT-yuko@yandex.ru.

При модернизации систем автоматизации, например, АСУТП, в нескольких дочерних предприятиях, входящих в состав одной компании, ставится вопрос о целевом планировании финансов на долготелный период по программно-техническому перевооружению предприятий. Предприятия нефтегазодобывающей отрасли не являются исключением, применительно к ним была разработана и опробована методика оценки степени автоматизации АСУТП и на основе нее разработана плановая программа развития предприятий нефтегазодобычи на пятилетний период.

Особенностью данной работы являются моделирование и оценка степени автоматизации (степени программно-технического обеспечения) предприятий по коэффициенту автоматизации K_a , а также соответствия запланированных финансовых средств изменению этого коэффициента. Расчет основывался на стандарте компании АСУТП нефтегазодобычи, в котором для систем (подсистем), входящих в ее состав, в зависимости от степени соответствия их функциональных и других возможностей нормативным требованиям и современным достижениям были определены три класса автоматизации: минимальный; базовый; перспективный. Каждому классу автоматизации предъявлялись свои требования как к объему автоматизации по уровню КИП, так и к степени обеспечения программно-техническими средствами (ПТС) вышележащих уровней.

В работе приняты следующие определения:

- 1) степень (процент) автоматизации – число функций технологического (производственного) процесса, автоматизированных на данном предприятии;
- 2) технологический элемент – минимальная единица автоматизации технологического процесса (скважина, АГЗУ, сепаратор, емкость и др.), оснащенная КИП;

3) объект – единица технологического процесса, оснащенная программируемыми логическими контроллерами (ПЛК), состоит из группы технологических элементов (куст, группа одиночных скважин, дожимная насосная станция, установка предварительного сброса воды, трубопровод и др.);

4) цех – административная/технологическая структура, состоящая из группы объектов (ЦДНГ, ЦППН, ЦППД);

5) НГДП или НГДУ – нефтегазодобывающее производство или управление, состоящее из цехов;

6) предприятие – предприятие (дочернее общество) компании, включающее различные НГДП;

7) опросный лист, расчетный лист – документ со списком структуры предприятия, позволяющий определить степень автоматизации предприятий нефтегазодобычи компании; листы заполняются специалистами служб автоматизации предприятий;

8) весовой коэффициент – параметр, определяющий долю вклада какого-либо коэффициента в интегральный показатель K_a .

Методика расчета

Коэффициент автоматизации в данной методике отражает: а) степень использования ПТС; б) долю (процент) измеряемых, регулируемых, контролируемых параметров от необходимого числа данных параметров, принятых для объектов нефтегазодобычи согласно нормативам; определяется расчетным путем (для уровня КИП).

Основу расчета составил иерархический принцип определения коэффициента автоматизации как по уровням автоматизации (нулевой уровень локальной местной автоматики) – КИПиА, первый уровень – ПЛК, второй уровень – SCADA, тре-

тый уровень – управление производством (MES), так и по уровню технологического/административного деления (технологический элемент, объект, цех, НГДП, предприятие).

На каждом уровне рассчитывался коэффициент автоматизации для соответствующей технологической/административной единицы в структуре. Рассчитанные коэффициенты со своим весом использовались для определения интегрального коэффициента автоматизации по каждому уровню автоматизации. Коэффициент предыдущего уровня вносил вклад со своим весом в интегральный коэффициент последующего уровня с учетом доли веса этого уровня. Вес нулевого уровня устанавливался на уровне ПЛК, другая доля веса относилась к ПЛК. Вес первого уровня устанавливался на уровне SCADA, другая доля веса относилась к SCADA и так до последнего уровня. Такое представление названо моделью весовых коэффициентов, суть которой заключается в ранжировании коэффициентов, определяющих степень автоматизации на различных уровнях автоматизации, по их вкладу в интегральный коэффициент автоматизации. Значения весов, установленных экспертно, в данной статье не приводятся.

По каждому уровню автоматизации коэффициент автоматизации определялся суммой коэффициентов данного уровня, определенных экспертным путем по соответствующим таблицам. Коэффициенты на каждом уровне учитываются со своим весом (в сумме веса составляют единицу).

Для нулевого уровня (КИП) определяющим является вклад расчетного коэффициента полноты автоматизации, рассчитываемого по формуле

$$K_{\text{КИП}}^{\text{эл}} = S_{\text{ф}}^{\text{эл}} / S_{\text{п}}^{\text{эл}}, \quad (1)$$

где $S_{\text{ф}}^{\text{эл}}$ – фактическое число контролируемых/управляемых сигналов технологического элемента; $S_{\text{п}}^{\text{эл}}$ – максимальное число контролируемых/управляемых сигналов технологического элемента для перспективного уровня (согласно стандарту).

Таблица 1

$K_{\text{ф}}^{\text{КИП}}$	Число интеллектуальных КИП, %
0	< 20
0,5	от более 20 до менее 50
0,75	от более 50 до менее 75
1	> 75

Для этого уровня также учитывалось наличие «интеллектуального» КИП через коэффициент функциональности $K_{\text{ф}}^{\text{КИП}}$ (табл. 1).

Для первого (ПЛК) и второго (SCADA) уровней, определяющими являются коэффициенты, характеризующие функциональность соответствующих ПТС $K_{\text{фун}}^{\text{ПЛК}}$, $K_{\text{фун}}^{\text{SCADA}}$ (табл. 2 и 3). На втором уровне также учитывался коэффициент связи $K_{\text{св}}^{\text{SCADA}}$, который понижает функциональность всего уровня SCADA, если передача данных осуществляется со скоростью ниже 64 Кбит/с.

Таблица 2

$K_{\text{фун}}^{\text{ПЛК}}$	Класс	Функциональность ПЛК
0	–	Микропроцессорное устройство отсутствует
0,5	Минимальный	Наличие микропроцессорного устройства, обеспечивающего обработку сигналов по минимальному классу (согласно стандарту компании)
0,75	Базовый	ПИД-регулирование, тип в/в AI, AO, DI, DO, релейные выходы, программирование на современных языках МЭК, высокоскоростной интерфейс Ethernet
1	Перспективный	Наличие базовых функций, возможность построения распределенных систем (DCS), поддержка полевых шин (FF, ModBus, ProfiBus...)

Таблица 3

$K_{\text{фун}}^{\text{SCADA}}$	Функциональность
0	Отсутствие прикладного пакета уровня SCADA
0,5	Базовые функции: регистрация в БД, сигнализация, отображения-мнемосхемы, управление и контроль, генерация отчетов, обеспечение информационной безопасности
1	Наличие базовых функций, возможность масштабирования, инструментарий разработчика, поддержка современных интерфейсов, доступ к современным БД и др.

Для третьего уровня (MES) коэффициент функциональности $K_{\text{фун}}^{\text{MES}}$ был получен путем учета функций и систем, характеризующих данный уровень для нефтегазового промысла. В него вошли следующие слагаемые коэффициентов с учетом своих весов:

- коэффициент, учитывающий наличие по НГДП системы технического обслуживания и ремонта (СТОиР) $K_{\text{СТОиР}}^{\text{MES}}$;
- коэффициент, учитывающий наличие по НГДП системы мониторинга добычи (СМД) $K_{\text{СМД}}^{\text{MES}}$;
- коэффициент, учитывающий наличие по НГДП системы расчета балансов $K_{\text{бал}}^{\text{MES}}$;
- коэффициент, учитывающий наличие по НГДП единой БД технологической информации АСУТП в режиме реального времени $K_{\text{БД}}^{\text{MES}}$;
- коэффициент, учитывающий наличие по НГДП системы сводной аналитической отчетности $K_{\text{отч}}^{\text{MES}}$.

Коэффициент равен 1, если система или функция присутствует, 0, если система или функция отсутствует.

Для анализа интересны окончательные значения весов всех коэффициентов на третьем последнем уровне автоматизации. По этим значениям можно в целом судить о вкладе коэффициентов соответствующих уровней в итоговую степень автоматизации предприятия. После несложных вычислений с учетом установленных весов на каждом уровне автоматизации получим следующие оценки для основных коэффициентов по уровням автоматизации

$$\sup K \geq \underbrace{0,4819}_{\text{КИП}} + \underbrace{0,0535}_{\text{ПЛК}} \geq \underbrace{0,2295}_{\text{SCADA}} > \underbrace{0,135}_{\text{MES}} \geq \inf K, \quad (2)$$

где K – множество действительных чисел от 0 до 1; $\sup K$ – максимальный вклад уровня КИП в итоговое значение K_a (точное значение в наших расчетах – 0,5354); $\inf K$ – минимальный вклад уровня MES в итоговое значение K_a (точное значение в наших расчетах 0,1).

Итоговые веса (доли) для введенных коэффициентов приведены на рис. 1.

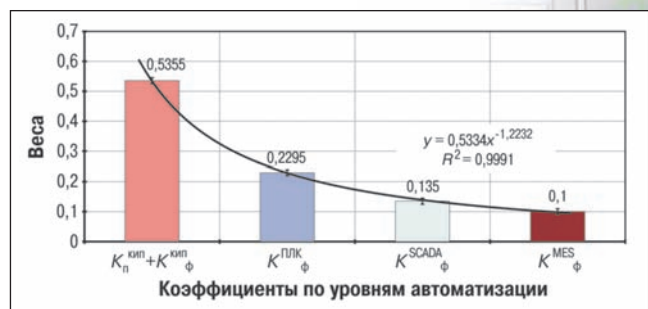


Рис. 1. Итоговые веса коэффициентов по уровням автоматизации

Практические результаты

После сбора всех данных была проделана работа по автоматизации расчетов доступными программными средствами. В результате нескольких итераций получена наглядная форма в виде расчетного листа – инструментария, основанная на опросном листе (рис. 2). Данная форма позволяет:

- 1) в автоматическом режиме отображать коэффициент автоматизации;
- 2) получать промежуточные значения K_a в результате внедрения различных систем (СПД, АСУТП, MES) и по различным объектам;
- 3) рационально подходить к модернизации ПТС, наглядно отображать полученные результаты.

Интегральные коэффициенты автоматизации определялись сначала как средневзвешенные по числу технических элементов, затем, что корректнее, по числу сигналов, соответствующих структурной единице.

На следующем этапе работ, кроме текущих оценок состояний предприятий, получали значения K_a по целевым планируемым показателям развития – модернизации АСУТП (рис. 3). Далее учитывались финансовые средства на

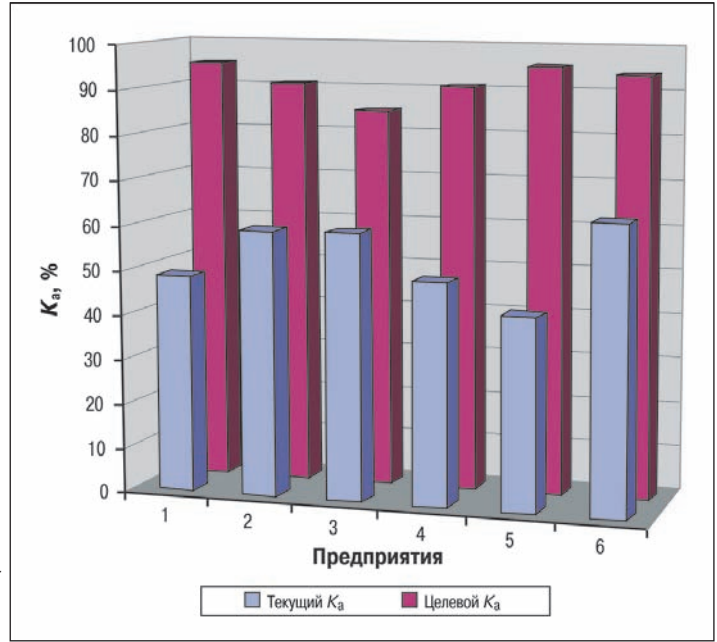


Рис. 3. Уровень автоматизации по предприятиям

№п/п	Объект	0-ый уровень КИП																			1-ый уровень (контроллеры)					2-ой уровень (дисп. контроль и управл.)					3-ий уровень (MES) - для перспективного класса					Интегральный коэффициент, K^{int}_a		Целевой интегральный коэффициент, $K^{int}_{a,ц}$		Целевой интегральный коэффициент, $K^{int}_{a,ц}$		Целевой интегральный коэффициент, $K^{int}_{a,ц}$	
		Кол-во объектов, N	Кол-во параметров фактических, Sp	Кол-во параметров целевых, Sp	Кол-во параметров для перспективного класса, Sp	Функциональность КИП целевая, КолФун	Функциональность КИП целевая, КолФун	Марка (модель)	Функциональность (Класс), $K^{int}_{ф}$	Наименование ЧИИ	Соответствие стандарту G842 (функциональность), $K^{int}_{ф,842}$	Пропускная способность каналов связи (для ТМ), Кс	Наличие К ^{инт} стора	Интерфейс с СМД, К-СМД	Вычисление балансов, К ^{инт} БД	Наличие единой БД технолог. инф. пед	Наличие единой аналитической отчетности, К ^{инт} отч	Интегральный коэффициент, K^{int}_a	Целевой интегральный коэффициент, $K^{int}_{a,ц}$	Интегральный коэффициент, K^{int}_a	Целевой интегральный коэффициент, $K^{int}_{a,ц}$	Интегральный коэффициент автоматизации, $K^{int}_{a,ц}$	Целевой интегральный коэффициент автоматизации, $K^{int}_{a,ц}$																				
1	Весы	3	4	4a	5	7	7a	8	10	12	13	14	15	16	17	18	19	21	22	23	24	24	0,7	0,85	0,8	0,3	0,15	0,2	0,95	0,65													
1	Целевые показатели для Предприятия нефтегаз																																										
1	Целевые показатели для Предприятия																									1 1 1 1 1									0,62								
1.1	ЦДНГ-1																				WinCC					1,0 1,0									0,89								
1.1.1	Целевые показатели для Группа один. Скв.																				S7-300 1,00 WinCC					1,0									0,75 0,80								
1.1.1.1	АГЗУ	1	44	5	12	12													0,39	0,66	0,57	0,49																					
1.1.1.2	Фонтанная		0	0	6														0,38	0,90																							
1.1.1.3	Скважины добыжающие		25	10	28	28													0,00	0,00																							
1.1.1.4	ШГН		130	7	10	11													0,32	0,90																							
1.1.1.5	Нагнетательные скв.		55	0	0	3													0,57	0,82																							
1.1.2	Целевые показатели для Группа один. Скв.																				S7-300 1,00 WinCC					1,0																	
1.1.2.1	АГЗУ	1	12	5	12	12																																					
1.1.2.2	Фонтанная		0	0	6														0,00	0,00																							
1.1.2.3	Скважины добыжающие		550	20	28	28													0,32	0,90																							
1.1.3	Целевые показатели для Группа один. Скв.																				S7-300 1,00 WinCC					1,0																	
1.1.3.1	АГЗУ	1	30	5	12	12													0,88	0,80																							
1.1.3.2	Фонтанная		0	0	6														0,38	0,90																							
1.1.3.3	Скважины добыжающие		120	26	26	28													0,00	0,00																							
1.1.3.4	ШГН		8	5	10	11													0,84	0,84																							
1.1.3.5	Нагнетательные скважины		10	0	0	3													0,41	0,82																							

Рис. 2. Расчетный лист – инструментарий для отражения коэффициента автоматизации

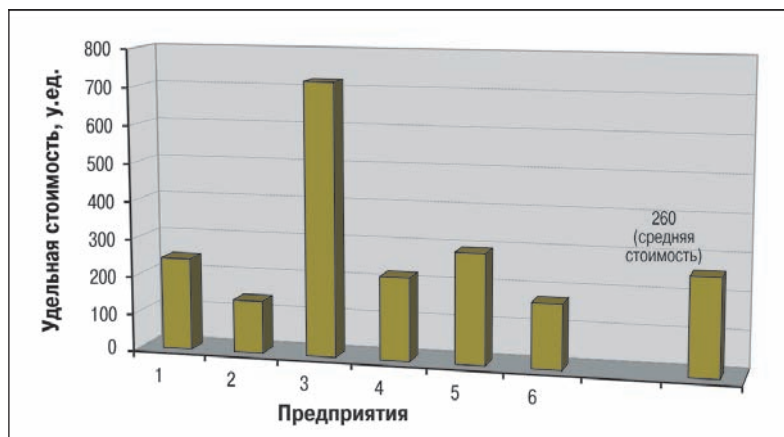


Рис. 4. Удельная стоимость на один сигнал при повышении степени автоматизации на 1 %

эти работы. По каждому объекту были сформированы инвест-проекты с текущим и целевым K_d , а также объемами средств, требуемых для их модернизации.

На этом этапе мы могли выявлять перерасход финансовых средств или их недобор относительного среднего показателя по предприятиям, оперативно их корректировать – указывать на необоснованность высоких цен (марки контроллера, данного программного обеспечения) или на отсутствие запланированного финансирования по данным работам при видимом росте степени автоматизации. Был введен показатель: удель-

ная стоимость на один сигнал при повышении степени автоматизации на 1 % (рис. 4).

Таким образом, был подготовлен документ, в котором обоснован рост коэффициента автоматизации и средств, выделяемых под конкретные инвест-проекты, реализуемые местными службами предприятий. В нем нашло подтверждение ТЭО проекта по модернизации АСУТП с учетом конкретных цифр, характеризующих степень автоматизации.

В результате дальнейшего анализа была получена информация в различных разрезах административного/технологического деления предприятия по следующим направлениям: добыча, подготовка, поддержание пластового давления и транспорт; по различным уровням автоматизации для объектов, цехов, управлений.

Применимость данной методики и модели весовых коэффициентов не ограничивается только сферой АСУТП, и при некоторой доработке они могут использоваться для оценки состояния степени автоматизации, функциональности, обеспечения в любых иерархических структурах.

Инициатором и идеологом разработки данной методики являлся И.А. Волошинов. В работе принимали участие сотрудники ООО «РН-Информ»: В.В. Трофименко, А.В. Макурин. Ценные замечания высказал А.Г. Гинесин.

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ



В издательстве «Нефтяное хозяйство» вышла книга, посвященная 100-летию В.Н. Щелкачева

Щелкачев В.Н. Дорога к истине. – М.: ЗАО «Издательство «Нефтяное хозяйство», 2007. – 304 с.

Книга посвящена столетию крупного российского ученого в области разработки нефтяных месторождений, прекрасного педагога, профессора Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина Владимира Николаевича Щелкачева, известного своими трудами по подземной гидродинамике, анализу и обобщению мирового опыта разработки нефтяных месторождений.

Предлагаемая книга содержит очерк о жизни и деятельности В.Н. Щелкачева, его личные воспоминания, письма, а также воспоминания о Владимире Николаевиче его учеников, коллег и друзей. Издание богато иллюстрировано фотографиями из семейных архивов В.Н. Щелкачева и его учеников.

В воспоминаниях ученого содержится интересный рассказ о детстве и юности; даны портреты профессоров-математиков Московского государственного университета - Д.Ф. Егорова, Н.Н. Лузина, Н.Н. Бухгольца, Л.С. Лейбенсона и других; описаны первые шаги советской высшей школы, жизнь и быт москвичей, религиозная жизнь Москвы в 1920-х годах; показаны картины жизни и быта политических заключенных и ссыльных рубежа 1920-х – 1930-х годов и многое другое.

По вопросам приобретения книги обращаться в издательство «Нефтяное хозяйство».
Конт. телефон: (495) 730-07-17 (Евдошенко Юрий); e-mail: editor3@oil-industry.ru