

**Николай Михайлович ГОЛУБЕВ**,  
кандидат технических наук,  
профессор кафедры  
"Организация строительства  
и управление недвижимостью"

**Руслан Анатольевич МИНЕЕВ**,  
кандидат технических наук,  
заведующий кафедрой  
"Организация строительства  
и управление недвижимостью"

**Дмитрий Маркович ПИКУС**,  
кандидат технических наук,  
доцент кафедры  
"Организация строительства  
и управление недвижимостью",  
заведующий НИЛ "Информатика  
и технология в строительстве"

**Ирина Александровна КУРИШОВА**,  
научный сотрудник НИЛ "Информатика  
и технология в строительстве"

**Евгений Седракович БАГДАСАРОВ**,  
научный сотрудник НИЛ "Информатика  
и технология в строительстве"

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ — ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАТРАТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

## **EFFECTIVENESS EVALUATION OF AN AUTOMATIC MANAGEMENT SYSTEM — CONSTRUCTION COST ESTIMATING SOFTWARE PROGRAMS**

В статье представлен расчет по существующей методике показателей научно-технического и технико-экономического уровней развития автоматизированной системы управления как меры эффективности функционирования. Получена высокая оценка развития автоматизированной системы управления — программного комплекса для определения затрат в строительстве (ПК SMR-W).

This article presents the calculation of the indexes of technological and technical-economic levels of development of an automatic management system as a measure of performance efficiency. The calculations were made according to the existing technique. The development of the automatic management system-construction cost estimating software (PC SMR-W) was highly evaluated.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В соответствии с Программой социально-экономического развития Республики Беларусь на 2010–2015 годы одним из приоритетных направлений является инновационное развитие экономики. Конкурентоспособность Республики Беларусь на мировом рынке обеспечится только на основе высокоинтеллектуальных и наукоемких разработок, актуализируя развитие высокотехнологичного сектора национальной экономики. А для развития строительной отрасли необходимо совершенствование и применение информационных технологий, информационной поддержки рынка строительной продукции работ и услуг, обеспечение получения и передачи информации по различным сферам деятельности отрасли. Все это определяет необходимость проведения оценки эффективности функционирования автоматизированных систем управления (АСУ), которая и отражает степень соответствия оцениваемой системы поставленным задачам.

### **ОЦЕНКА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ РАЗВИТИЯ АСУ ПК SMR-W**

Известно, что АСУ могут иметь различные структурные характеристики, такие как степень централизации, степень специализации, характеризующие эффективность АСУ, и такие как экономическая эффективность, надежность, оперативность, научно-технический уровень (НТУ), технико-экономический уровень.

Большое значение имеет показатель НТУ, который представляет интегральную оценку соответствия качества АСУ поставленным задачам ее функционирования или выявленным тенденциям научно-технического про-

гресса и определяется следующими взаимосвязанными показателями: уровнем организации производства и труда предприятия — объекта автоматизации; системотехническим уровнем обработки данных; уровнем охвата автоматизацией задач управления и уровнем экономического потенциала системы [1].

К основным целям оценки НТУ АСУ относят: получение прогнозируемых оценок развития АСУ; планирование уровня системы; управление процессом разработки и внедрения; оценку эффективности функционирования; определение направления дальнейшего развития.

Под оценкой научно-технического развития уровня АСУ, как меры эффективности создаваемых систем, понимают процесс выбора стратегии развития автоматизации и степень выполнения АСУ своего основного назначения в зависимости от видов и перспективности используемых ресурсов, что имеет большое значение для планирования и управления разработкой и внедрением АСУ. А сам показатель оценки уровня АСУ выражается в баллах от 0 до плюс 10 и получается в результате определения показателя системотехнического уровня путем последовательного суммирования балльных оценок факторов, взятых с соответствующими весами, умножения его на показатель, оценивающий экономический уровень, и суммирования с показателями уровня охвата автоматизацией задач управления, уровня использования трудовых ресурсов и уровня качества продукции [2].

Выявленная важность показателя НТУ АСУ определила необходимость его расчета, что послужило получению оценки развития, эффективности функционирования и определения направления дальнейшего развития АСУ — программного комплекса для определения затрат в строительстве (ПК SMR-W), разработанного в научно-исследовательской лаборатории "Информатика

и технология в строительстве" при кафедре "Организация строительства и управление недвижимостью" строительного факультета БНТУ [3, 4].

Для определения показателя использовалась методика, представленная в [2], элементы которой рассмотрены ниже.

В результате анализа процесса функционирования АСУ — ПК SMR-W — были получены данные, приведенные в таблице 1.

Далее показатель уровня АСУ определялся по формуле

$$Y_{АСУ} = k_{эс} Y_э Y_c + k_{за} Y_{за} + k_{ик} Y_{ик} . \quad (1)$$

Значения нормирующих коэффициентов  $k$  принимались следующими:  $k_{эс} = 0,1$ ;  $k_{за} = 0,1$ ;  $k_{ик} = 1,0$ ;  $k_{эс} = 0,4$ ;  $k_{за} = k_{ик} = 3,0$ . Эти коэффициенты нормируют шкалы балльных оценок экономического и системотехнического уровня ( $k_{эс}$ ), уровня охвата задач управления ( $k_{за}$ )

и уровня использования трудовых ресурсов и качества продукции ( $k_{ик}$ ).

Экономический показатель уровня АСУ определялся по формуле  $Y_э = (T_n/T)^{1/3}$ , где  $T_n$  — нормативный срок окупаемости,  $T$  — срок окупаемости рассматриваемой системы.

Показатель уровня охвата автоматизацией задач управления определялся по формуле

$$Y_{за} = N_a / N_{ст} ,$$

где  $N_a$  — число задач управления, решаемых автоматизированным способом;

$N_{ст}$  — число задач, которые принципиально возможно автоматизировать для данного типа технологического процесса.

Системотехнический показатель уровня АСУ, отражающий качество общесистемной технической доку-

Таблица 1. Показатели для определения НТУ АСУ — ПК SMR-W

Наименование фактора	Обозначение	Качественная характеристика	Оценка
Тип технологического процесса	—	Непрерывный процесс с прерывистыми потоками материалов	—
Срок окупаемости АСУ	$T$	—	1 год
Степень охвата задач	$Y_{за}$	—	0,7
Уровень методологии проектирования обеспечения АСУ:			
а) общесистемная документация:			
информационно-вычислительные функции	$Y_{п1}$	Автоматизированное	1,0
управляющие функции		Прототипами	0,7
информационное обеспечение и средства программирования	$Y_{п3}$	На базе ТПР	0,8
б) комплекс технических средств	$Y_{п4}$	Автоматизированное	1,0
Сбор и обработка информации	$Y_{11}$	Сбор, первичная обработка и хранение технической и технологической информации	3,0
Расчет показателей и подготовка информации	$Y_{12}$	Подготовка информации для вышестоящих и смежных систем и уровней управления	10
Контроль и регистрация параметров	$Y_{13}$	Контроль и регистрация отклонений параметров процесса и состояния оборудования от заданных	10
Анализ, диагностика и прогнозирование состояний	$Y_{14}$	Диагностирование и прогнозирование состояний комплексов технических средств АСУ	10
Отображение информации и выполнение процедур	$Y_{15}$	Выполнение процедур автоматического обмена информацией с вышестоящими и смежными системами управления	10
Вид регулирования	$Y_{21}$	Многосвязное регулирование	10
Логическое и программное управление	$Y_{22}$	Выполнение программных и логических операций дискретного управления процессом и оборудованием	10
Оптимальное управление	$Y_{23}$	Оптимальное управление объектом в целом с адаптацией системы управления	10
Информационное обеспечение	$Y_{31}$	С единой информационной базой	10
Средства программирования	$Y_{32}$	Операционные системы	10
Число точек контроля и управления	$Y_{41}$	До 900	5
Структура КТС	$Y_{42}$	Прямого цифрового управления	10
Устойчивость к нарушениям	$Y_{43}$	Без нарушения за счет резервирования средств автоматизации	10
Тип ЭВМ	$Y_{44}$	ПЭВМ	10

ментации, комплекса технических средств и методологию проектирования, определялся по формуле

$$Y_c = \sum P_j Y_j, \quad (2)$$

где  $P_j$  — весовые коэффициенты важности показателей  $Y_1, Y_2, Y_3, Y_4$  общесистемной технической документации для оценки НТУ АСУ.

Показатели уровня общесистемной технической документации определялись по формулам:

$$Y_1 = Y_{n1} \sum P_{1i} Y_{1i}, \quad (3)$$

$$Y_2 = Y_{n2} \sum P_{2i} Y_{2i}, \quad (4)$$

$$Y_3 = Y_{n3} \sum P_{3i} Y_{3i}. \quad (5)$$

Значения  $P_{1i}, P_{2i}, P_{3i}$  отражают вес влияния основных факторов общесистемной технической документации на уровень АСУ. Значения  $Y_{n1}, Y_{n2}, Y_{n3}$  определялись в зависимости от принятой методики проектирования общесистемной технической документации АСУ.

Показатель комплекса технических средств определялся по формуле

$$Y_4 = Y_{r4} \sum P_{4i} Y_{4i}. \quad (6)$$

Значения  $P_{4i}$  отражают веса влияния основных факторов комплекса технических средств на уровень АСУ.

Показатель уровня использования трудовых ресурсов и качества продукции находили из выражения  $Y_{ик} = Y_{итр} Y_{2к}$ . Данный показатель рассчитывался как произведение показателей уровня использования трудовых ресурсов и уровня выпуска продукции надлежащего качества с образованием безразмерной шкалы измерения  $Y_{ик}$  с наибольшим значением, равным единице.

Подставляя данные таблицы 1 в формулы (2)–(6), найдем частные показатели:

$$Y_1 = 1 \cdot (0,3 \cdot 3 + 0,2 \cdot 10 + 0,2 \cdot 10 + 0,1 \cdot 10 + 0,2 \cdot 10) = 7,9,$$

$$Y_2 = 0,7 \cdot (0,4 \cdot 10 + 0,3 \cdot 10 + 0,3 \cdot 10) = 7,$$

$$Y_3 = 0,8 \cdot (0,6 \cdot 10 + 0,4 \cdot 10) = 8,$$

$$Y_4 = 1 \cdot (0,2 \cdot 5 + 0,3 \cdot 10 + 0,2 \cdot 10 + 0,3 \cdot 10) = 9.$$

Системотехнический показатель уровня будет равен  $Y_c = 0,2 \cdot 7,9 + 0,2 \cdot 7 + 0,2 \cdot 8 + 0,4 \cdot 9 = 8,18$ .

Показатель научно-технического уровня АСУ — ПК SMR-W — при нормативном сроке окупаемости  $T_n = 1$  год будет равен:

$$Y_{АСУ ПК SMR-W} = 0,4 \cdot (1/1)^{1/3} \cdot 8,18 + 3 \cdot 0,7 + 3 \cdot 0,85 = 7,92.$$

Как было сказано ранее, диапазон возможных значений оценки уровня АСУ — от 0 до плюс 10 баллов.

В результате проведенного расчета получена высокая оценка развития и эффективности функционирования АСУ — ПК SMR-W. Таким образом, теоретически доказано, что ее возможности соответствуют поставленным задачам и тенденциям научно-технического прогресса.

## ОЦЕНКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО УРОВНЯ РАЗВИТИЯ АСУ ПК SMR-W

Далее проведем оценку технико-экономического уровня развития автоматизированной системы управления ПК SMR-W, так как в отличие от научно-технического уровня технико-экономический уровень отражает не степень соответствия оцениваемой системы тенденциям научно-технического прогресса, а степень соответствия оцениваемой системы объекту управления. Показатель технико-экономического уровня АСУ является многоуровневой скалярной сверткой параметров, оценивающих степень удовлетворения потребностей производства характеристиками разрабатываемой АСУ [2].

Согласно методике, представленной в [2], технико-экономический уровень АСУ определяется как сумма показателей основных частей АСУ: экономического  $Y_э$ , организационного  $Y_о$ , информационного  $Y_и$ , математического  $Y_м$  и технического  $Y_т$ :

$$Y_{АСУТЭ} = Y_э + Y_о + Y_и + Y_м + Y_т.$$

Каждый из этих показателей определяется сравнением требований, полученных в результате анализа параметров объекта автоматизации, и аналогичными характеристиками разработанной системы. Сравнение производится по очкам — наибольшее число очков дается при полном соответствии. Если характеристика АСУ превышает требуемое значение или меньше его, оценка снижается. Диапазон изменения каждого показателя 0–2.

В соответствии с излагаемой методикой проведем расчет показателя технико-экономического уровня автоматизированной системы управления ПК SMR-W, объектом автоматизации для которой являются:

1) процесс подготовки строительного производства в части разработки сметной документации для определения стоимости строительства;

2) процесс производства работ в части проведения расчетов за выполненные работы между заказчиком и подрядчиком.

В результате анализа и сравнения параметров объекта автоматизации с характеристиками разработанной системы показателям основных частей АСУ было начислено следующее количество баллов:

- $Y_э$  — 2 балла;
- $Y_о$  — 1,5 балла;
- $Y_и$  — 2 балла;
- $Y_м$  — 2 балла;
- $Y_т$  — 1 балл.

Таким образом, технико-экономический уровень АСУ ПК SMR-W составляет:

$$Y_{АСУТЭ} = 2 + 1,5 + 2 + 2 + 1 = 8,5 \text{ баллов.}$$

Рассчитанная величина подтверждает высокую степень удовлетворения потребностей производства характеристиками разрабатываемой АСУ.

Кроме выполненного выше расчета научно-технического и технико-экономического уровней, было проведено анкетирование ряда организаций-пользователей ПК SMR-W, в результате которого отмечены качественные улучшения процессов, таких как: сокращение времени выполнения операций, умень-

шение трудозатрат на составление отчетов, уменьшение количества допускаемых ошибок при расчетах, повышение оперативности управления и др. Экономия времени позволила перекинуть дорогостоящие трудовые ресурсы на выполнение дополнительной работы. Данные технические параметры полученного результата стимулировали к внедрению АСУ на предприятиях.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- 1 По результатам проведения оценки эффективности функционирования автоматизированной системы

управления — программного комплекса для определения затрат в строительстве (ПК SMR-W) следует отметить, что АСУ — ПК SMR-W и ее возможности соответствуют поставленным задачам и тенденциям научно-технического прогресса.

- 2 Получена высокая оценка развития АСУ и эффективности ее функционирования. Кроме того, отмечена высокая степень удовлетворения потребностей производства характеристиками разрабатываемой АСУ, а сложившаяся практика внедрения ПК SMR-W (более 1000 строительных организаций различной формы собственности — пользователи ПК) подтверждает теоретический расчет.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Позняков, В. В. Теория систем и информационное обеспечение АСУ в строительстве: учебное пособие / В. В. Позняков. — М.: МИСИ, 1986. — 102 с.
2. Справочник проектировщика АСУ ТП / Г. Л. Смилянский [и др.]; под ред. Г. Л. Смилянского. — М.: Машиностроение, 1983. — 527 с.
3. Багдасаров, Е. С. Автоматизация определения затрат при производстве строительно-монтажных работ с использованием программного комплекса SMR-W / Е. С. Багдасаров [и др.] // Наука — образованию, производству, экономике: материалы III МНТК, в 2-х т. — Минск: БНТУ, 2006. Том 2. — С. 216–218.
4. Багдасаров, Е. С. Определение контрактной цены и разработка сметной документации в строительстве с использованием программного комплекса SMR-W / Е. С. Багдасаров [и др.] // Наука — образованию, производству, экономике: материалы IV МНТК, в 2-х т. — Минск: БНТУ, 2006. Том 2. — С. 157–161.

Статья поступила в редакцию 06.01.2011.