

## РАЗВИТИЕ СТЕРЖНЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРЕДПРИЯТИЯ КАК НЕОБХОДИМАЯ ПРЕДПОСЫЛКА ДЛЯ ВСТУПЛЕНИЯ В СТРАТЕГИЧЕСКИЙ АЛЬЯНС

Асп. Н. А. ВЕТРОВА, экономист Е. Н. ГОРЛАЧЕВА, д-р техн. наук, проф. А. Г. ГУДКОВ

*Рассмотрены предпосылки создания стратегических альянсов. Показано, что для конкурентного преимущества стратегического альянса каждому из участников следует развивать стержневые технологии своего предприятия. С использованием теории множеств описан процесс создания новой технологии с учетом наследуемости свойств.*

*The prerequisites of creation of strategic alliances are considered. It is shown, that each of participators should develop core technologies of its enterprise for competitive advantages of a strategic alliance. With use of the graph theory and the set theory process of creation of new technology is described in view of heritability of properties.*

Современные экономические процессы характеризуются динамичностью и высокой степенью неопределенности. Появление в современном мире таких понятий как глобализация рынков и эволюция технологий значительно повлияли на внешнюю среду компаний и изменили характер производства. Одной из основных проблем для любого предприятия является скорость технологического прогресса [1]. Число научных разработок и их стоимость увеличиваются, а результаты исследований остаются непредсказуемыми. К тому же технологическая эволюция приводит к сокращению срока жизни продукции. В [1, 2] доказано, что чем выше соотношение между затратами на научно-исследовательскую работу и размером торгового оборота, тем меньше срок жизни производимого продукта. Все чаще даже лидирующие компании не в состоянии нести все расходы по разработке новых производственных линий, обеспечивать гибкость производственных мощностей, часто обновлять структуру выпуска, что приводит к поиску оптимальной организационной формы, способной обеспечить максимально быстрое и эффективное реагирование на изменения внешней среды. Интеграция и взаимодействие с другими хозяйствующими субъектами позволяет фирме специализироваться на тех видах работ, которые являются для нее ключевыми, и которые она может выполнять наиболее эффективно. Подобные партнерства помогают быстрее завоевывать выгодные позиции, чем внутрифирменные разработки. В литературе подобные партнерства называются сетями, деловыми союзами или стратегическими альянсами [1, 3, 4]. Основными предпосылками интеграции и создания стратегических альянсов является стремление повысить, а иногда и просто сохранить существующий уровень доходов. За рубежом получил распространение термин win-win-стратегия (стратегия «выигрыш-выигрыш») — сосуществование компаний, основанное на взаимодействии, от которого выигрывают оба партнера (такую стратегию пропагандирует Intel) [5].

Современные экономические теории рассматривают кооперацию двух организаций как оптимальную с точки зрения трансакционных издержек. В теории трансакционных издержек основными решениями руководства фирмы являются минимизация трансакционных издержек и издержек производства. Трансакционные издержки ассоциируются с обменом, а именно, с заключением и исполнением контракта, в то время как производственные издержки (издержки обучения, организации и управления производственными процессами) являются результатом координации внутрифирменной деятельности.

На издержки заключения и исполнения контрактов влияют пять факторов: особенность активов, неопределенность, неполнота информации, частота трансакций и оппортунизм [6, 7].

Таким образом, интернализация деятельности — эффективный способ мониторинга трансакционных издержек: внутреннее развитие в фирме будет предпочтительнее, если трансакционные издержки обмена высокие, а производственные издержки низкие. И наоборот, рыночные обмены будут предпочтительнее, если производственные издержки высокие, а трансакционные низкие.

Стратегические альянсы сочетают признаки интернализации и рыночных сделок, так как совместные предприятия частично интернализируют обмен. Контракты необходимы, но они часто неполны, так как большая часть деятельности координируется совместно. Принятие решения об альянсе будет оптимальным в том случае, если трансакционные издержки на установление кооперационных отношений превышают добавочную стоимость — наценку на ту или иную продукцию, производимую в рамках совместного соглашения. В совместном предприятии, где все партнеры участвуют в прибыли, несут равные издержки, вкладывают инвестиции и в равной степени отвечают за контроль над производством, реализовать оппортунистические цели за счет других очень сложно.

Конкурентное преимущество альянса, однажды сформированного, зависит от той степени, в какой комплементарные активы партнеров эффективно используются в альянсе. Каждый партнер должен привнести в альянс уникальный и редкий актив, который усилит общую ресурсную базу альянса [8]. Однако чтобы преимущества альянса были максимальными, каждому из участников необходимо развивать свои стержневые технологии.

Стержневые технологии могут быть определены следующим образом: обеспечивают потенциальный доступ к различным рынкам; определяют отличительные достоинства конечного товара или услуги фирмы; практически не воспроизводимы ее конкурентами, поскольку представляют собой сложные взаимодействия отдельных индивидуальных технологий, составляющих стержневую технологию.

Отличительным элементом технологических характеристик ассортимента продукции фирмы является уровень, на котором каждый новый продукт изменяет ключевую стержневую технологию, воплощенную в ранее выпускаемой продукции. Этот уровень изменений концептуально соответствует непрерывному диапазону затраченных ресурсов и усилий. Однако для исследовательских целей необходимо дать определение конкретных дискретных уровней этих изменений или степени новизны и на основании этого провести инвентаризацию технологий предприятия и выявить необходимость разработки и приобретения новых технологий. Для этой цели может быть использован метод анализа иерархий (МАИ) [9], метод принятия решений в условиях многокритериальности, который объединяет аналитический подход, опирающийся на алгебраическую теорию матриц, с экспертными оценками и включает декомпозицию и синтез.

Для достижения высоких показателей по новому изделию, как правило, необходимо ограниченное количество технологий. Фостер считает, что показатели эффективности на основе любой технологии следуют S-образной кривой Гомперца (рис. 1), построенной на основе затрат на НИОКР: медленный рост в период становления; затем взрыв с крупными достижениями; далее следуют постепенный переход к полному развитию технологии и, как результат, снижение эффективности ее применения, так как она достигает некоторого предела [10]. По Фостеру, знание пределов использования новой технологии имеет приоритетное значение: признание того, что технология приближается к своему лимиту,

свидетельствует о необходимости развития или поиска новой технологии; концентрация на развитие старой технологии открывает для конкурента возможность выхода на рынок с новой технологией, которая находится на ранней стадии S-кривой, обладая при этом потенциалом, позволяющим обогнать лидера на рынке путем производства товара достаточно высокого качества, обеспечивая ему конкурентное преимущество.

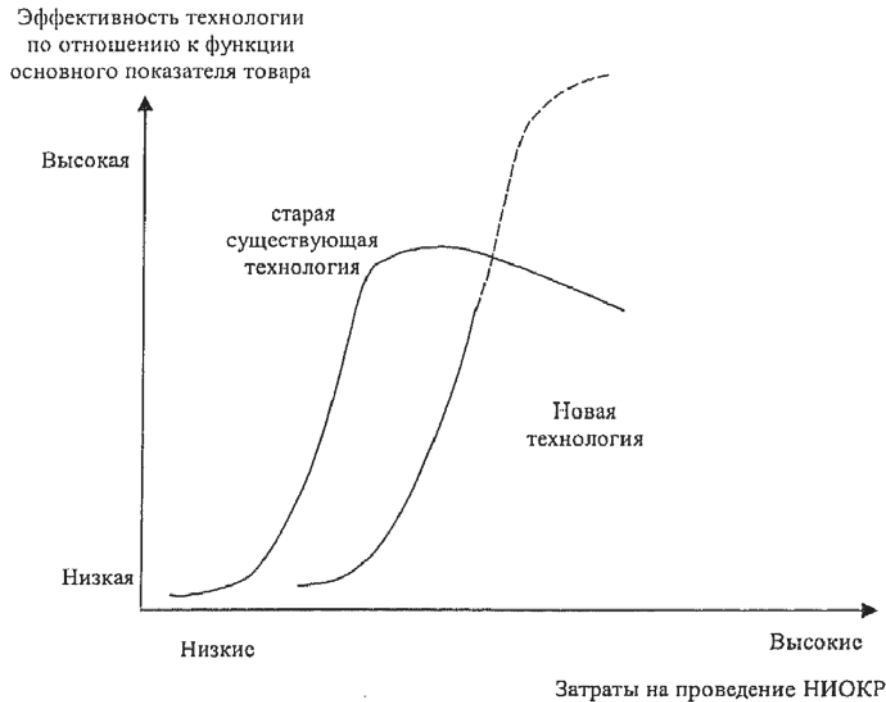


Рис. 1. Переход на новую технологию

Разработка стержневой технологии должна быть приспособлена к постепенному выходу на новые рыночные приложения. Для этого нужно использовать периодическую инвентаризацию разрабатываемой технологии для выявления ее подкомпонентов, применимых в других системах.

Рассмотрим задачу оценки ресурсов (факторов производства), в первом случае минимизирующих издержки  $\min C$  при фиксированном объеме выпуска  $Q_0$ , а затем максимизирующих выпуск  $\max Y$  при конкретной заданной сумме издержек  $C_0$  методом множителей Лагранжа. В данном случае удобно рассмотреть некоторую модель производства, описываемую мультипликативной функцией, зависящей от  $n$  ресурсов,

$$Q = AR_1^{\alpha_1} \dots R_n^{\alpha_n} P_T = A \prod_{i=1}^n R_i^{\alpha_i} P_T. \quad (1)$$

В этом случае функция издержек имеет вид

$$C = \sum_{i=1}^n w_i R_i \frac{1}{P_T}, \quad (2)$$

а функция Лагранжа запишется так:

$$\Phi = \sum_{i=1}^n w_i R_i - \lambda (A \prod_{k=1}^n R_k^{\alpha_k} P_T - Q_0 P_T), \text{ причем } Q_0 = A \prod_{i=1}^n R_i^{\alpha_i} \quad (3)$$

Решение задачи минимизации издержек в случае мультипликативной функции

$$R_i = \prod_{k=1}^n \left( \frac{\alpha_i w_k}{w_i \alpha_k} \right)^{\frac{\alpha_k}{\alpha}} \left( \frac{Q_0}{AP_\Gamma} \right)^{\frac{1}{\alpha}}, \quad i = 1, \dots, n \quad (4)$$

$$\Phi_C = \min C = \alpha \prod_{i=1}^n \left( \frac{w_i}{\alpha_i} \right)^{\frac{\alpha_i}{\alpha}} \left( \frac{Q_0}{AP_\Gamma} \right)^{\frac{1}{\alpha}}. \quad (5)$$

Аналогично решается задача максимизации выпуска при фиксированных издержках. Функция Лагранжа в этом случае имеет вид

$$\Phi = AP_\Gamma \prod_{k=1}^n R_k^{\alpha_k} - \frac{\mu}{P_\Gamma} \left( \sum_{i=1}^n w_i R_i - C_0 \right). \quad (6)$$

Решая систему, получим следующие значения ресурсов

$$R_i = \frac{\alpha_i}{\alpha w_i} C_0, \quad i = 1, \dots, n, \quad \alpha = \sum_{k=1}^n \alpha_k. \quad (7)$$

И тогда максимальный выпуск равен

$$\Phi_Q = \max Q = AP_\Gamma \left( \frac{C_0}{\alpha} \right)^\alpha \prod_{i=1}^n \left( \frac{\alpha_i}{w_i} \right)^{\alpha_i}. \quad (8)$$

Таким образом, может быть найден условный максимум выпуска годных изделий, условный минимум издержек и доля каждого из факторов производства.

Технологический процесс формирования любого изделия можно представить в виде структурной схемы, состоящей из цепочки последовательных звеньев. На вход звена поступает полуфабрикат изделия и материала. При прохождении технологического процесса целиком формируется изделие, которое характеризуется набором определенных свойств. Каждое свойство создается по мере прохождения полуфабрикатом технологического процесса и может проявиться лишь на завершающих этапах. В общем случае можно считать, что каждое звено технологической цепочки оказывает влияние на качественные характеристики параметра, что может быть оценено методом планирования эксперимента [11—14].

Учесть наследуемость свойств при математическом описании управления процессами жизненного цикла изделия можно следующим образом [15]. Воспользуемся трехуровневой схемой иерархического представления сложной системы управления качеством с применением математического аппарата — теории многоуровневых иерархических систем. Вся система решает глобальную задачу  $D$  (достижение определенного уровня качества с учетом факта наследственности технологий), при этом у координатора  $S_0$  имеется своя конкретная задача  $D_0$  (принять решение на основании информации от нижестоящих систем), а у управляющих систем второго уровня свои задачи, составляющие множество  $D_1 = D_{10} \cup D_{12} \cup \dots \cup D_{15}$  (рис. 2). Координирующие связи обозначим  $\gamma_i \in \Gamma$  ( $i = 1 \dots 5$ ); информационную обратную связь от процессов —  $z_i \in Z$  ( $i = 1 \dots 5$ ); информацию от систем второго уровня —  $w_i \in W$  ( $i = 1 \dots 5$ ). Кроме того, системы второго уровня:  $S_{10}$  — информационная система, работающая в нулевом итерационном цикле;  $S_{11}$  — исследовательская система, которая на основе требований к уровню параметров назначения изучает аналогичные технологии  $S_0$ , а также наследственные технологии и формирует граф создания новой технологии, на основе которого системой-координатором будет выбран единственный экономичный путь

разработки новой технологии  $S_M$ ;  $S_{12}$  — разрабатывающая система, объединяющая всю документацию по выбранной технологии, результатом ее деятельности будет совокупность проектов  $S_{np}$ ;  $S_{13}$  — производственная система, обеспечивающая освоение, изготовление, испытание технических средств и ввод их в строй;  $S_{14}$  — эксплуатационная система, назначение которой — целевое применение технических средств  $S_{TC}$ , представляет собой двухуровневый вариант системы управления процессами ЖЦИ (с управляющими связями  $m_i \in M, M \times \Omega \rightarrow Y$ );  $S_{15}$  — торговая система, которая реализует либо саму систему, либо результаты ее деятельности, торгуя эффектом (в зависимости от этого  $S_{15}$  будет находиться или между  $S_{13}$  и  $S_{14}$ , или завершать эту цепь).

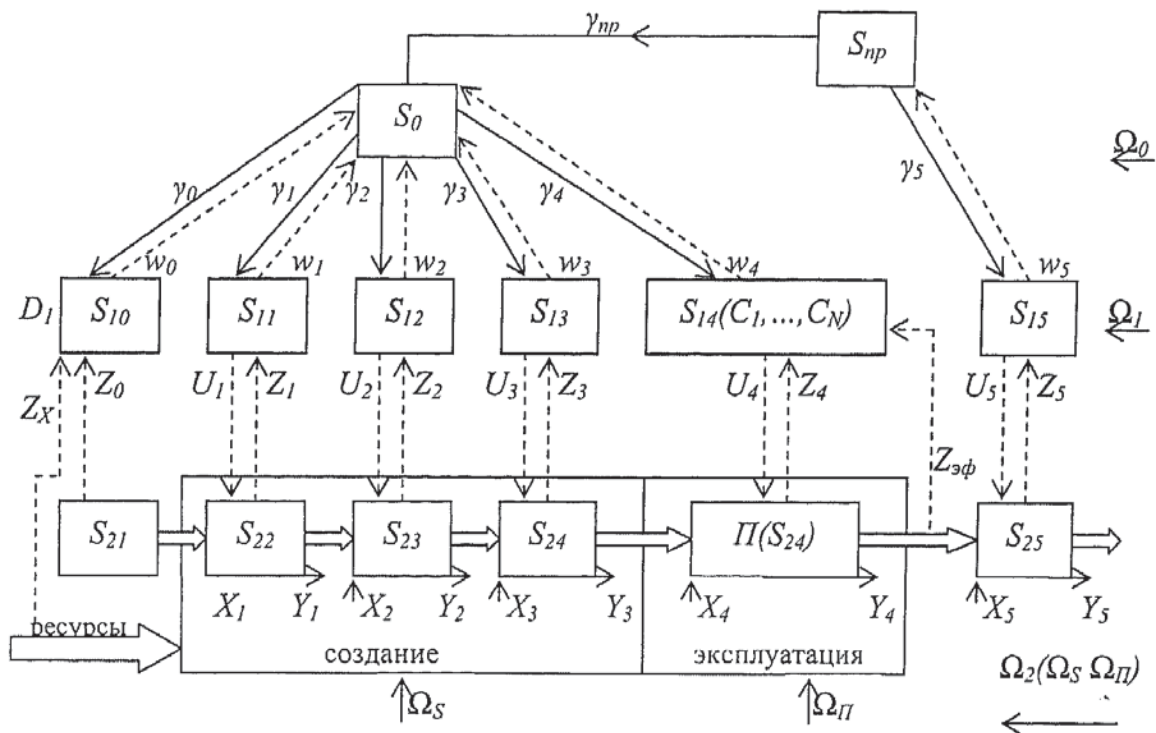


Рис. 2. Учет наследуемости свойств при математическом описании управления процессами жизненного цикла изделия

Активные системы  $S_{10}$ ,  $S_{11}$  и  $S_{12}$ , в основном, работают с информацией:  $X = (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5)$  — множество ресурсов;  $Y = (Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5)$  — множество выходов, характеризующих ценность, эффект, качество;  $\Omega = (\Omega_1, \Omega_2, \Omega_3, \Omega_4, \Omega_5)$  — множество возмущающих воздействий внешней среды в виде подмножеств неопределенностей, действующих на соответствующих уровнях;

$U = (U_1, U_2, U_3, U_4, U_5)$  — управляющие связи-воздействия;  $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5$  — информация для координатора о проделанной работе на соответствующем уровне;

$Z_x, Z_0$  — информация для координатора о состоянии множества ресурсов ( $X$ ), об известных аналогичных технологиях  $S_0$ , о наследственных технологиях, а также сформированный граф создания новой технологии;  $Z_{эф}$  — информация об эффективности и результативности функционирования системы. Рассматриваемая сложная система в глобальном описании представляет собой множества

$$\begin{cases} \Gamma = \gamma_0 \gamma_1 \gamma_2 \gamma_3 \gamma_4 \gamma_5, \\ U = U_1 U_2 U_3 U_4 U_5, \\ Z = Z_x Z_0 Z_1 Z_2 Z_3 Z_4 Z_{\text{эфф}} Z_5, \\ W = W_0 W_1 W_2 W_3 W_4 W_5 \end{cases} \quad (9)$$

При выполнении  $j$ -ой итерации глобальной экспликации системы на локальные элементы процессов создания и эксплуатации поступают входные связи управляющих воздействий  $u_{ij} \in U_i$  ( $i = 1, \dots, 4$ ) и внешних возмущений  $\omega_{2j} \in \Omega_2$ . Для этого управляющая система-координатор  $S_0$  осуществляет отображение, порождающее связь  $\gamma_{ij}$ , чтобы в конечном итоге в результате процесса  $\Pi_{2j}$  получить выход, которым является  $y_{ij} \in Y_i$ , т. е. созданная система  $S_{2(i+1)}$ .

Этим процессом управляет представленная локальным описанием система  $S_{1i}$  ( $i = 1, \dots, 4$ ), которая дана в модели как «вход—выход», подвергающийся возмущению  $\Omega_{1i}$ . К системе  $S_{1i}$  поступают координирующие связи  $\gamma_{ij} \in \Gamma_i$  и информация относительно реализации процесса  $\Pi_{2j}$ , формирующаяся в виде связей  $z_{ij} \in Z_i$ . Выходами системы  $S_{1i}$  являются управление  $u_{ij} \in U_i$  и информация  $w_{ij} \in W_i$ . В результате появляется система  $S_{2(i+1)} \subseteq X_i \times S_{2i} \times U_i$ .

Взаимосвязь всех активных и пассивных систем описывается отображениями:

$$\begin{cases} \Pi_{0j} = DD_0 W_0 \Omega_0 \rightarrow \Gamma_j \\ \Pi_{1j} = \Gamma_j Z_i \Omega_{1i} D_{1i} \rightarrow U_i \\ \Pi_{2j} = xy \Omega_2 \rightarrow Y \end{cases} \quad (10)$$

или

$$\begin{cases} \Pi_{2j} : M \times \Omega_2 \rightarrow Y \\ \Phi_{1i} : M_i \times \Omega_{2i} \times Y_i \rightarrow Z_i \\ J_i : \Gamma_i \times U_i \times Z_i \times D_{1i} \rightarrow W_i \end{cases} \quad (11)$$

Работа системы может быть описана следующим образом. Получив прямой заказ с потребительского рынка ( $\gamma_{\text{пр}}$ ) на изделие или изучив конъюнктуру рынка с целью выработки стратегии системы, координатор  $S_0$  связью  $\gamma_0$  стимулирует работу активной системы  $S_{10}$ . В момент времени  $t_0$  информатор  $S_{10}$ , собрав информацию о ресурсах  $Z_1$  и об аналогичных и наследственных технологиях  $S_{21}$  в виде  $Z_0$ , сообщает координатору связью  $W_0$ . Имея поставленную цель в виде глобальной задачи  $D$  и собственные цели в виде задачи  $D_0$ , координатор в момент времени  $t_1$  вырабатывает координирующую связь  $\Pi_{01} : DD_0 W_0 \Omega \rightarrow \Gamma_1$ . Данная связь оказывает определенное влияние на задачи управляющей системы  $S_{11}$ , т. е. на множество  $D_{11}(\Gamma_1)$ . Этим отражается стимулирование человека в активных системах. Далее научно-исследовательская система  $S_{11}$  в ответ на связь из множества  $\Gamma_1$  вырабатывает реакцию в виде управляющей связи  $U_1$  (создает модель  $S_{22}$ ) и, обработав информацию  $Z_1$ , передает ее координатору связью  $W_1$ :

$$\begin{cases} \Pi_{11} : D_0 D_{11} \Gamma_1 Z_1 \Omega X_1 \rightarrow U_1 \\ S_{22} \subseteq X_1 S_{21} U_1 \\ \Phi_1 : M_1 \Omega_{21} Y_1 \rightarrow Z_1 \\ J_{11} : \Gamma_1 U_1 Z_1 D_0 D_{11} \rightarrow W_1 \end{cases} \quad (12)$$

В следующий момент  $t_2$  осуществляются отображения

$$\begin{cases} \Pi_{02} : DD_0W_2\Omega_0 \rightarrow \Gamma_2, D_{12}(\Gamma_{12}) \\ \Pi_{12} : D_0D_{12}\Gamma_2Z_2\Omega_{12}X_2 \rightarrow U_2 \\ S_{23} \subseteq X_2S_{22}U_2 \end{cases} \quad (13)$$

т. е. локальные проекты организации разработали систему проектов

$$\begin{cases} \Phi_2 : M_2\Omega_{22}Y_2 \rightarrow Z_2 \\ J_{12} : \Gamma_2U_{12}Z_2D_0D_{12} \rightarrow W_2 \end{cases} \quad (14)$$

В момент  $t_3$  подается сигнал производству

$$\begin{cases} \Pi_{03} : DD_0W_3\Omega_0 \rightarrow \Gamma_3, D_{13}(\Gamma_{13}) \\ \Pi_{13} : D_0D_{13}\Gamma_3Z_3\Omega_{13}X_3 \rightarrow U_3 \\ S_{24} \subseteq X_3S_{23}U_3 \end{cases} \quad (15)$$

т. е. изготовлены средства технического обеспечения

$$\begin{cases} \Phi_3 : M_3\Omega_{23}Y_3 \rightarrow Z_3 \\ J_{13} : \Gamma_3U_{13}Z_3D_0D_{13} \rightarrow W_3 \end{cases} \quad (16)$$

В момент  $t_4$  начинается эксплуатация всей сложной системы

$$\begin{cases} \Pi_{04} : DD_0W_4\Omega_0 \rightarrow \Gamma_4, D_{14}(\Gamma_{14}) \\ \Pi_{14} : D_0D_{14}\Gamma_4Z_4\Omega_{14}X_4 \rightarrow U_4 \\ \Pi(S_{24}) \subseteq X_4S_{24}U_4 \rightarrow Y_4 \end{cases} \quad (17)$$

т. е. началась эксплуатация системы с оценкой эффективности

$$\begin{cases} V : XY\Omega_2 \rightarrow R \\ \Phi_4 : M_4\Omega_{24}Y_4 \rightarrow Z_4 \\ \Phi_5 : D_{14}\Omega_{14}R \rightarrow Z_{\text{эфф}} \\ J_{14} : \Gamma_4U_4Z_4D_0D_{14} \rightarrow W_4 \end{cases} \quad (18)$$

Таким образом, учет наследственности позволяет развить базовые стержневые технологии и снизить издержки при создании новых изделий.

Фирмы, разрабатывающие продукцию для новых сегментов рынка или рынков в целом, достигают наибольшего успеха в том случае, когда направляют свои усилия на развитие существующей ключевой технологии, являющейся собственностью фирмы. Развитие таких технологий позволяет эффективно ассимилировать экзогенные технологии, усваивать знания в более широкой технологической области, руководить внешним сотрудничеством, избегая той ситуации, когда партнеры полностью формируют отношения без учета интересов компании.

Стратегические альянсы эффективны, когда требуются ресурсы и технологии, чтобы обеспечить преимущество, которым владеют различные участники, а эти ресурсы не могут быть получены через рыночные сделки или слияния и поглощения. Альянсы могут создаваться в некоторой степени из-за того, что знания и технологии неотделимы от организационных структур, деятельности и других активов фирм [16]. В таких условиях, фирмы могут получать выгоду посредством концентрации, разделения или обмена ценных ресурсов с другими фирмами внутри стратегического альянса и получать синергетический эффект.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гарретт Б., Дюссож П. Стратегические альянсы: Пер. с англ. — М.: ИНФРА-М, 2002. — 344 с.
2. Gugler P. Les alliances strategiques transnationales, Editions Universitaires Fribourg Suisse, 1991. — 270 p.
3. Инновационный подход при производстве наукоемкой высокотехнологической медицинской продукции / А. Г. Гудков и др. // Инновации, 2003. — № 2—3. — С. 57—60.
4. Карпухина Е. А. Международные стратегические альянсы. Опыт исследования. — М.: Изд-во Дело и Сервис, 2004. — 176 с.
5. Товстых Л. Е. Новая инновационная сфера в экономике третьего тысячелетия и новые задачи. // Инновации, 2003. №6. — С. 39—45.
6. Рук А., Windrum P. The self-organisation of strategic alliances. Berlin, Dunker and Humboldt, 2001. — 34 p.
7. Williamson O. The economics of organization: the transaction cost approach // American Journal of Sociology. — № 87. — 1981. — P. 548—577.
8. Deeds D. L. and Hill C.W.L. Strategic alliances and the rate of new product development: an empirical study of entrepreneurial biotechnology firms. // Journal of Business Venturing, 1996. — № 11. — P. 41—55.
9. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: Пер.с англ. — М.: Радиосвязь, — 1993. — 320 с.
10. О'Шонесси Дж. Конкурентный маркетинг: стратегический подход / Пер. с англ. Под ред. Д.О. Ямпольской. — СПб: Питер, 2001. — 846 с.
11. Бушминский И. П. Формирование наследственных свойств микроэлектронных изделий СВЧ // Наука производству, 2000. №7. — С. 32—38.
12. Гудков А. Г. Наследственность в технологическом процессе // Машиностроитель, 2002. — Вып. 7. — С. 45—49.
13. Гудков А. Г. Эволюционное развитие технологии. XX Международный форум «Медико-экологическая безопасность, реабилитация и социальная защита населения», Турция, Кемер, 2002. — С. 119—121.
14. Бушминский И. П., Гуков А. Г. Технология создания и выпуска нового наукоемкого продукта // Инженер, технолог, рабочий, 2001. № 11. — С. 14—18.
15. Гудков А. Г., Ветрова Н. А., Горлачева Е. Н. Учет наследуемых свойств при проведении комплексной технологической оптимизации // Машиностроитель, 2006. — Вып.2. — С. 35—40.
16. Dosi G. Sources, procedures and microeconomic effects of innovation // Journal of Economic Literature. — 1988. — № 26. — P. 1120—1171.

621.795.2

## ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ПЛОСКОМ ГЛУБИННОМ ШЛИФОВАНИИ ТИТАНОВОГО СПЛАВА

*Д-р техн. наук, проф. В. А. НОСЕНКО, ассист. А. А. ВАСИЛЬЕВ, студ. С. В. НОСЕНКО*

*Рассмотрены некоторые методические особенности определения шероховатости при плоском глубинном шлифовании в связи с наличием этапа выхода инструмента. Приведены результаты исследования поверхности, обработанной указанным методом, с использованием высокопористого абразивного инструмента при определенных условиях и на разных этапах шлифования.*

*Some methodical features of roughness evaluation in abrasive flat grinding on the final stage of the process were observed. Results of experiments on the surface processed by the specified method using a coarse abrasive disc under certain conditions at different variants and stages of grinding are presented in this article.*

Глубинное шлифование (ГШ) является одним из наиболее производительных и высокоточных методов обработки деталей машин. По сравнению с обычным многопроходным маятниковым шлифованием с глубиной резания 0,005—0,05 мм на ход стола ГШ позволяет за один проход снимать припуск до нескольких десятков миллиметров. Погрешность получения линейных размеров при ГШ на современных станках составляет 1—3 мкм, а режущая способность 1500 мм<sup>3</sup>/мин·мм. Детальный анализ процесса и последние достижения в области ГШ даны в фундаментальной работе В. К. Старкова [1].