

УДК 332.14

DOI: 10.34670/AR.2025.60.74.019

Стратегия интеллектуализации промышленных корпораций как современный фактор экономического развития в сочетании принципов устойчивости и управляемости

Чеботарев Станислав Стефанович

Доктор экономических наук,
профессор,
начальник отдела методологических и экономических исследований,
Научно-исследовательский институт автоматической
аппаратуры им. академика В.С. Семенихина,
главный научный сотрудник,
Волжский государственный университет водного транспорта,
603005, Российской Федерации, Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5;
e-mail: StSt57@yandex.ru

Аннотация

Промышленные корпорации (ПК) свою производственную деятельность осуществляют в условиях, как правило, достаточно жесткой конкурентной среды (борьбы). Каждая ПК борется за свое место в системе экономических отношений субъектов бизнеса независимо от форм собственности: за свой сектор, свою нишу на мировом, национальном и региональном рынке товаров, работ и услуг. Данная рыночная ниша определяется, в конечном счете, инновационно-инвестиционными (тактико-техническими и технико-экономическими) параметрами промышленной продукции (товарами), формируемую достижениями научно-технического прогресса (результатами интеллектуальной деятельности) и которую ПК в состоянии предложить рынку, потенциальным покупателям. Произведенная ПК продукция приобретает форму товара при удовлетворении потребностей покупателей и приемлемой цены, а в развитии – форму контрактов (контрактации: рыночный механизм преобразования потенциальных покупателей в действительных (реальных) из разовых в постоянные). Например, для судостроительной отрасли это прежде всего современные пассажирские лайнеры, грузовые контейнеровозы, наливные баржи, рыболовецкие и море перерабатывающие суда, ледоколы и др. Рынок судостроительной промышленности, как и другой высокотехнологичной продукции – весьма высоко конкурентный и динамически функционирующий как система вследствие действия рыночного механизма спроса и предложения. В любой момент времени на рынке может появиться промышленная продукция, аналогичная по назначению той, которую производит и предлагает рынку судостроительная ПК, которая (продукция), однако, обладает более привлекательными потребительскими (инновационными) свойствами как с точки зрения цены, так и с точки зрения качества в интегральной трактовке этого понятия. Если происходит описываемое

событие, приводящее к изменению конъюнктуры рынка, то это событие адекватно внешнему возмущению, действующему (естественно, неблагоприятным образом) на производственную, в частности, финансово-экономическую деятельность ПК. Альтернативой внешнего возмущения, действующего на ПК, является ее устойчивость. Если ПК обладает определенным запасом устойчивости, который определяется, в первую очередь, возможностью заранее стратегически прогнозировать возможное изменение конъюнктуры рынка, способностью системы внутреннего консалтинга выработать не только своевременно, но с упреждением (которое в теории управления определяется значением первой производной), эффективные управленческие решения, то ПК не понесет каких-либо экономических потерь. Но если ПК не обладает определенным запасом устойчивости, то потери неизбежны, вплоть до катастрофических (например, банкротство). В этой статье рассмотрим различные подходы (методы) к оценке стратегической устойчивости систем организационного типа в ее управленческой взаимосвязи. Так как деятельность промышленных корпораций характеризуется не только их устойчивостью, но и управляемостью. Под управляемостью систем организационного типа⁴ подразумевается их способность своевременно и эффективно реализовать управленческие решения, которые принимает ЛПР - эффективно с точки зрения критерия полноты выполнения всех мероприятий, предусмотренных управленческими решениями. Особую значимость свойства устойчивости и управляемости приобретают для инновационных (интеллектуальных) ПК (судостроительной, авиастроительной, космической, радиоэлектронной и др.), которые систематически подвергаются в первую очередь внешним «возмущениям», в качестве которых уместно рассматривать генерируемые технопарками (ТП) новые знания и необходимость, а точнее, настоятельную потребность их (новых знаний) реализации в виде потенциально инновационных товаров, работ и услуг. Именно эффективная в стратегическом отношении управляемость интеллектуальным ресурсом ПК обеспечивает возможность в полной мере использовать новые знания, что позволяет ей уверенно и независимо (устойчиво) от внешних факторов чувствовать себя в рыночной среде конкурентных взаимоотношений субъектов экономики благодаря более высоким потребительским качествам производимой продукции, которые на первом этапе жизненного цикла продукции превращают в товар, а на втором – в контрактацию. Что гарантировано обеспечивает реальную устойчивость экономического функционирования и развития корпорации в текущей (1-2 год) и - уверенную в среднесрочной (3-5 лет) перспективах исходя из потенциальной устойчивости развития определяемую контрактным спросом заказчика (покупателя, потребителя) определяемую результатом правильно выстроенной стратегии интеллектуализации ПК.

Для цитирования в научных исследованиях

Чеботарев С.С. Стратегия интеллектуализации промышленных корпораций как современный фактор экономического развития в сочетании принципов устойчивости и управляемости // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2025. Том 15. № 5А. С. 217-231. DOI: 10.34670/AR.2025.60.74.019

Ключевые слова

Возмущения, инновации, интеллектуализация, методы, показатели, промышленная корпорация, стратегия, состояние системы (предприятия, организации, корпорации), устойчивость, управление, факторы, функция.

Введение

Экономическим следствием стратегической интеллектуализации ПК является их гарантированная устойчивость на рынке товаров и услуг определяемая соответствующей (стратегической интеллектуализацией) управляемостью. В целях познания конкретной взаимосвязи, которая существует между стратегической интеллектуализацией ПК и их устойчивостью, и управляемостью рассмотрим классические методы определения этих имманентно присущих ПК свойств.

Процесс промышленного производства практически непрерывно подвергается воздействию внутренних и (или) внешних возмущений. К числу внешних возмущений следует, прежде всего, отнести динамику изменения конъюнктуры рынка. Ярким и, к сожалению, иногда фатальным примером резкого (подчас непредвиденного интеллектуальной экономической элите практически всех индустриально развитых стран мира, включая США, Японию, Германию, а также Россию) изменения такого рода рыночной среды является экономический (финансовый) кризис 2008 г., нанесший серьезный ущерб мировой (глобальной) экономической системе - по существу, отрицательного воздействия на состояние национальной экономики не смогла избежать не одна без исключения стран мира. Этот кризис уместно трактовать как внешнее возмущение, которому подверглись в разной степени все ПК, находящиеся в Америке, Азии, Австралии, Европе и Японии. Все внешние возмущения, воздействующие на ПК, в той или иной мере связаны с изменением ситуации на мировом или национальных (региональных) рынках товаров и услуг. Например, поступление на рынок товара, аналогичного по назначению товару, производимому конкретной ПК, однако, обладающего более совершенными потребительскими свойствами (параметрами), в том числе и более приемлемой ценой, объективно следует рассматривать в качестве внешнего возмущения. В качестве внешних возмущений, воздействующих на производственные процессы отдельно взятой ПК, следует также рассматривать вводимые и действующие экономические санкции, изменения тарифов на электроэнергию, цены на сырье и комплектующие, налоговых нагрузок и др., что является характерной чертой для отечественных высокотехнологичных ПК. К числу внутренних возмущений можно отнести чрезвычайные ситуации техногенного характера (не говоря уже о техногенных катастрофах), выход из строя того или иного технологического оборудования, массовые заболевания сотрудников ПК (эпидемии, например, covid 19 и др.) и т.п.

Стратегическая устойчивость функционирования ПК определяется её свойством в течении длительного времени (от 1 до 2 лет и более) противодействовать (противостоять) внешним и внутренним возмущениям, осуществлять, сохранять неизменной эффективную производственную деятельность в возникающих подчас неблагоприятных ситуациях, вызванных названными возмущениями: эффективную - с точки зрения сохранения объемов производства продукции (товаров), но с изменёнными значениями инновационных (тактико-технических и технико-экономических параметров) качеств (свойств). Измененными таким образом, чтобы сохранились рентабельность производства, стабильное финансовое положение, уровень капитализации корпорации. Кроме того, может осуществляться своевременный переход на выпуск другой продукции, пользующейся конкурентным спросом на рынке товаров и услуг.

Естественно утверждать, что если ПК не удастся во вновь сложившихся и, по сути, экономически неблагоприятных ситуациях (вызванных соответствующими возмущениями)

сохранить эффективную производственную деятельность (с точки зрения, главным образом, названных критериев), то есть, если ПК теряет устойчивость и оказывается в неустойчивом состоянии, то полагать, что возможно сохранение (или тем более интенсификация) процессов интеллектуализации ПК, никаких оснований нет. Поэтому, можно утверждать следующее – *стратегическая устойчивость процессов производственной деятельности высокотехнологичных ПК в течение определенного времени представляет собой условие, необходимое для возможности построения или сохранения на заданном уровне эффективных процессов их интеллектуализации (инновационности).*

Методы исследования

Для достижения основной цели исследования, связанной со стратегией интеллектуализации промышленных корпораций, использовались методы классического и системного анализа, исследования операций, математического исследования поведения функций и дифференциальные исчисления: критерии устойчивости Ляпунова, алгебраические критерии Рауса-Гурвица, частотные (фазовые) критерии устойчивости Найквиста, Михайлова и др.

Результаты и обсуждение

Рассмотрим, какие же факторы способствуют устойчивости производственного функционирования высокотехнологичной ПК. Первым (и, возможно, основным) фактором является система внутреннего консалтинга (СВК) промышленной корпорации иерархического принципа, включающая консалтинговые центры (КЦ) - в составе главного консалтингового центра (ГКЦ) и локальных консалтинговых центров (ЛКЦ). СВК функционирует в структурах организационного типа, входящих в состав ПК (научно-исследовательские институты (НИИ), конструкторские бюро (КБ), промышленные предприятия и др.). Известно, что одним из основных показателей устойчивости в технических системах, и систем организационного типа является так называемая их постоянная времени, которая определяется промежутком времени между моментом возникновения внутреннего и (или) внешнего возмущения, оказавших воздействие на эти системы, и моментом начала реакции названных систем на эти возмущения (воздействия) [Лопатников, 2013]. Поэтому, исходя из простоты и ясности понимания сущности постоянной переменной в качестве примера приведем системы автоматического управления аэродинамическими летательными аппаратами (самолет, вертолет, ракеты классов «Земля-Воздух», «Воздух-Земля», «Воздух-Воздух», крылатые ракеты – летательные аппараты).

Пусть в некоторый момент времени конкретный летательный аппарат (ЛА) подвергся ветровому возмущению, под воздействием которого произошло отклонение угла курса или угла тангажа (тангаж – угловое движение летательного аппарата или судна относительно главной (горизонтальной) поперечной оси инерции), или угла крена от заданных значений. Соответствующий гироскоп автопилота фиксирует возникшее рассогласование между заданным значением соответствующего угла и фактическим его значением. Фиксация этого

факта происходит не мгновенно, а с некоторой задержкой, которую обозначим - Δt_{Γ} (описывает постоянную времени гироскопа). Сигнал с выхода гироскопа поступает на усилитель, а затем на устройство, определяющее величину и знак возникшего рассогласования. Это также происходит с некоторой задержкой, которую обозначим как - $\Delta t_y + \Delta t_0$. Здесь: Δt_y –

постоянная времени устройства, определяющая величину и знак рассогласования. Затем сигнал поступает на рулевую машинку (или машинки), которая также срабатывает не мгновенно, а с некоторой задержкой - Δt_{PM} , представляющей собой постоянную времени рулевой машинки. Рулевая машинка приводит в движение (вращение) соответствующий руль (или рули – руль направления, руль высоты и др.). Рули в силу своих габаритов и массы - весьма инерционные системы. Поэтому от момента начала воздействия рулевой машинки на соответствующий руль до момента, когда он начинает поворачиваться, также проходит некоторое время, определяемое постоянной времени руля - Δt_P . И, наконец, объект управления – аэродинамический летательный аппарат (его фюзеляж или корпус, крылья и т.п.) - еще более инерционная система (по сравнению с рулями), поэтому на отклонения рулей он реагирует не мгновенно, а также с некоторой задержкой по времени, которую обозначим как - $\Delta t_{ЛА}$. Таким образом, постоянная времени рассматриваемой системы автоматического управления (ЛА + автопилот) равна:

$$\tau = \Delta t_r + \Delta t_y + \Delta t_0 + \Delta t_{PM} + \Delta t_P + \Delta t_{ЛА}.$$

Естественно, чем постоянная времени системы (и автоматической, и автоматизированной) меньше, тем ее устойчивость выше, так как τ определяет величину запаздывания реакции системы на возмущение, которому она подверглась.

В системах автоматизированного управления (объект управления – ПК) постоянная времени (а значит, и их устойчивость) зависит от целого ряда факторов.

Первый из них определяется тем, кто и когда фиксирует момент возникшего возмущения (внутреннего и/или внешнего), воздействующего на процесс производственной деятельности ПК. Будем полагать, что ПК создала в своей структуре систему консалтинговых центров. Именно на эту систему и возлагается задача определения характера возмущения и момент его воздействия на ПК. Если эта система внутреннего консалтинга реагирует не только на появившееся рассогласование между заданным и фактическим значениями производственной функции ПК, но и на значение первой производной этого рассогласования (по времени), и, таким образом, функционирует в соответствии с предписанным этой системе законом, то можно полагать, что рассматриваемая система КЦ функционирует эффективно.

Рассмотрим систему автоматизированного управления, состоящую из объекта управления – ПК, системы внутреннего консалтинга, систематически осуществляющей ситуационный анализ и в силу этого фиксирующей воздействие внешнего и (или) внутреннего возмущения (момент появления и его характер), и в соответствии с результатами анализа вырабатывающей надлежащий консалтинг, и лица, принимающего решения. Постоянная времени этой автоматизированной системы определяется следующими промежутками времени: Δt_1 - между возникновением возмущения и его фиксацией системой внутреннего консалтинга; Δt_2 - между фиксацией возникшего возмущения и завершением ситуационного анализа; Δt_3 - между завершением этого анализа и выработкой надлежащего консалтинга; Δt_4 - реакцией ЛПР на сформированный консалтинг. Поэтому, постоянная времени рассматриваемой системы равна:

$$\tau = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 + \Delta t_4.$$

По определению, чем меньше постоянная времени, тем система

устойчивей. В настоящей статье кратко остановимся на фундаментальном методе оценки устойчивости систем и автоматического (автоматизированного) управления.

Пусть некоторый параметр, характеризующий производственную деятельность ПК (например, уровень ее капитализации) может быть представлен во временной области следующим дифференциальным уравнением (линейным или линеаризованным):

$$a_0 + a_1 \frac{dx}{dt} + a_2 \frac{d^2x}{dt^2} + \dots + a_{n-1} \frac{d^{n-1}x}{dt^{n-1}} + a_n \frac{d^n x}{dt^n} = 0 \quad (1)$$

Введем в рассмотрение оператор Лапласа $p = \frac{d}{dt}$, тогда общий интеграл приведенного дифференциального управления может быть записан в виде [12-13]:

$$x = c_1 e^{p_1 t} + c_2 e^{p_2 t} + \dots + c_n e^{p_n t} = \sum_{i=1}^n c_i p^{p_i t}, \quad (2)$$

где: c_i ($i=1, \dots, n$) - константы.

Нахождение интеграла (2) (показателей степени p_i) сводится к решению алгебраического уравнения:

$$D(p) = a_0 + a_1 p + a_2 p^2 + \dots + a_{n-1} p^{n-1} + a_n p^n = 0 \quad (3)$$

Заметим, что введение в рассмотрение оператора Лапласа позволяет трансформировать интегральное уравнение (3) в алгебраическое уравнение [Горелик, Тимушев, 2009].

Таким образом, для интегрирования дифференциального уравнения порядка n надо найти корни характеристического уравнения – алгебраического уравнения степени n . Можно показать, что анализируемая система устойчива, если все действительные корни характеристического уравнения γ_i и действительные части всех пар его комплексно сопряженных корней – отрицательны.

Правая полуплоскость рассматриваемой комплексной плоскости (α, β) значений p (рис. 1) соответствует неустойчивому состоянию системы. Левая полуплоскость – устойчивому. Иначе говоря, для того чтобы рассматриваемая линейная (или линеаризованная) модель системы автоматического (автоматизированного) управления, описываемая характеристическим (алгебраическим) уравнением $D(p) = 0$, была устойчива, необходимо и достаточно, чтобы точки, соответствующие всем корням характеристического уравнения располагались в плоскости корней слева от мнимой оси β . Алгебраическое уравнение, которое благодаря применению оператора Лапласа, можно рассматривать в качестве «аналога» исходного дифференциального уравнения, описывающего поведение анализируемой системы [Горелик, Тимушев, 2009].

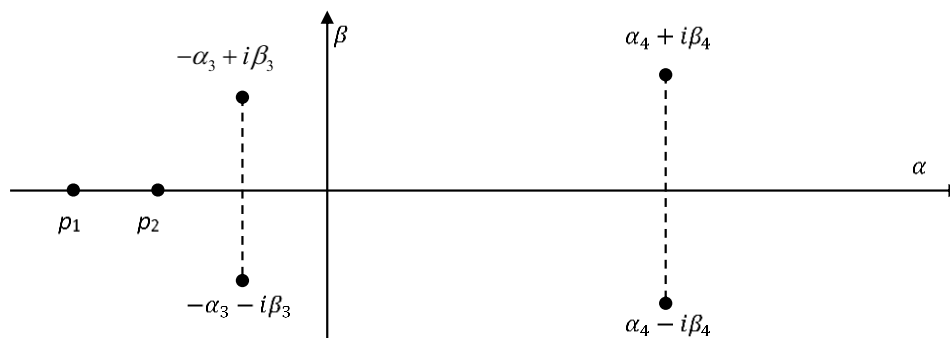


Рисунок 1 - Плоскость корней характеристического уравнения ($\alpha_3 \geq 0$, $\beta_3 \geq 0$, $\alpha_4 \geq 0$, $\beta_4 \geq 0$)

Если порядок характеристического уравнения равен 4 и более, то нахождение их корней представляло во времена, когда отсутствовала вычислительная техника, достаточно трудную задачу. Именно поэтому английским математиком Раусом, а затем швейцарским математиком Гурвицем были разработаны критерии (критерии Рауса-Гурвица), позволяющие оценивать устойчивость или неустойчивость линейных систем, определяемую, в конечном счете, устойчивостью решения исходного дифференциального уравнения (1), не решая алгебраическое уравнение (3), а находя лишь соответствующие определители (детерминанты) [1, 12].

Достаточно рассмотреть следующий ряд из n (при этом, не умаляя общности, полагаем $a_0 > 0$):

$$\Delta_1 = a_1; \quad \Delta_2 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 \\ a_0 & a_2 \end{vmatrix}; \quad \Delta_3 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 & a_5 \\ a_0 & a_2 & a_4 \\ 0 & a_1 & a_3 \end{vmatrix}; \quad \Delta_4 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 & a_5 & a_7 \\ a_0 & a_2 & a_4 & a_6 \\ 0 & a_1 & a_3 & a_5 \\ 0 & a_0 & a_2 & a_4 \end{vmatrix}; \quad \Delta_5 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 & a_5 & a_7 & a_9 \\ a_0 & a_2 & a_4 & a_6 & a_8 \\ 0 & a_1 & a_3 & a_5 & a_7 \\ 0 & a_0 & a_2 & a_4 & a_6 \\ 0 & 0 & a_1 & a_3 & a_5 \end{vmatrix}; \dots$$

(в каждом столбце ниже a_0 помещаются нули; в каждой строке не входящие в характеристическое уравнение коэффициенты заменяются нулями, например, если $n = 7$, то в определителе Δ_5 вместо элементов a_8 и a_9 должны стоять нули).

Критерий Гурвица заключается в следующем: для того чтобы все корни характеристического уравнения имели отрицательные действительные части, необходимо и достаточно, чтобы были положительными все определители - $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$. Выше было отмечено, что чем меньше постоянная времени системы, которая в свою очередь определяется постоянными времени ее элементов (компонент), тем система устойчивей. Это означает, что корни характеристического уравнения функционально зависят от постоянного времени компонент системы, а также постоянной времени системы в целом. При этом заметим, что если какая-либо компонента системы имеет значительную постоянную времени, что означает её неустойчивость, то неустойчива и система в целом.

Если обратиться к примеру автоматической системы управления, самолет + автопилот, то если постоянная времени, например, рулевой машинки недостаточно мала, то это звено системы неустойчиво, что приводит к неустойчивости системы в целом. При этом следует заметить, что

любое звено системы может быть описано соответствующим дифференциальным уравнением, а значит, в конечном счете, могут быть построены и приведённые выше определители - $\Delta_1, \Delta_2, \dots$, позволяющие судить об устойчивости данного звена.

Если обратиться к примеру автоматизированной системы управления ПК+КЦ+ЛПР, то если постоянная времени КЦ недостаточно мала, т.е. если даже КЦ способен зафиксировать воздействие на ПК в момент его возникновения, но при этом «долго» вырабатывает консалтинг, то это звено системы можно полагать (точнее, является) неустойчивым, и, следовательно, система в целом также неустойчива. Процесс функционирования ПК может быть описан соответствующим дифференциальным уравнением. Деятельность КЦ также можно описать соответствующим (можно полагать – линейным) дифференциальным уравнением. Труднее описать действия ЛПР, а может быть, и невозможно (хотя данное утверждение, на взгляд автора, в целях объективной, а не постулированной истины требует отдельного исследования). Поэтому следует ориентироваться только на его постоянную времени, определяемую промежутком времени между получением от КЦ консалтинга до реализации конкретного управляющего решения. Физически приведенные соотношения и соответствующий комментарий означает следующее: чем больше быстродействие системы управления (чем меньше ее постоянная времени), т.е., чем «оперативнее» она реагирует на воздействующие на неё возмущения, тем система устойчивей.

Устойчивость систем автоматизированного управления принципиально отлична от устойчивости систем автоматического управления. Первые в процессе своего функционирования могут и должны развиваться, совершенствоваться. Их производственная функция может и должна трансформироваться (или желательно, чтобы было так). Например, при выпуске данного объема продукции возможно (и желательно) уменьшение ее себестоимости; при заданных затратах ресурсов возможно (и желательно) увеличение объемов производства. В то же время постоянные времени звеньев систем автоматического управления, их передаточная функция есть величины постоянные, неизменные во времени. Они определяются принципом действия звеньев этих систем и их конструктивной реализацией. Возвращаясь к системам автоматизированного управления, следует полагать необходимым при любых изменениях производственных процессов, при любых изменениях их производственных функций (желательно, конечно, в «лучшую» сторону) добиваться их максимального быстродействия (в смысле реакции на внешние и/или внутренние возмущения), минимизации постоянной времени, что является необходимым условием их устойчивости, т.е. устойчивого функционирования от управления: сочетание устойчивости и управляемости ПК.

Под *управляемостью* систем организационного типа (ПК, промышленных предприятий и др.) подразумевается свойство этих систем под воздействием сигналов управления изменять значения параметров, характеризующих поведение этих систем, либо функций от этих параметров в зависимости от поступающих сигналов управления [Лопатников, 2013].

Управляемость динамических систем, а таковыми и являются системы организационного типа, есть свойство перехода данного состояния систем в любое другое состояние конечного интервала времени и применительно к линейным (или линеаризованным) системам, описываются дифференциальным управлением 2-го порядка:

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} a_1 & 0 \\ 0 & a_2 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} u, \quad (4)$$

или иначе:

$$\begin{cases} \dot{x} = a_1 x_1 + b_1 u_1 + b_2 u_2 \\ \dot{x} = a_2 x_2 + b_1 u_1 + b_2 u_2 \end{cases}, \quad (5)$$

где: x_1, x_2 – параметры системы;

u_1, u_2 – сигналы управления.

Если $a_1 \neq a_2$, то система управляема, если $a_1 = a_2$, то система неуправляема.

Управляемость ПК – это присущее ей свойство (зависящее от ее структуры, квалификации менеджеров, организации менеджмента, степени его компьютеризации и цифровизации, и др.) изменять характер производственного функционирования в зависимости от управляющих воздействий. Однако, следует отметить наличие определенной (по существу отрицательной) взаимосвязи между устойчивостью и управляемостью. В самом деле, чем ПК крупнее, чем уровень ее капитализации выше, а финансовые показатели ее производственной деятельности совершеннее, тем (в принципе) ее устойчивость выше. Однако управляемость таких ПК, как правило, далека от желаемой. И, наоборот, небольшие системы организационного типа (например, с точки зрения масштабов их капитализации) хотя и обладают незначительной устойчивостью (естественно, в общем случае), однако ими управлять значительно легче, проще и в целом эффективней. Поэтому, исходя из контекста настоящей статьи, посвященной исследованию проблемы функциональной взаимосвязи устойчивости и управляемости на основе стратегической интеллектуализации ПК, помимо их устойчивости крайне значима их управляемость. Проблема заключается в том, что интеллектуальность ПК обуславливается (наряду с другими направлениями) наличием в ее ведении (или структуре) технопарка, призванного генерировать новые знания. Задача интеллектуального ПК и состоит в том, чтобы по мере появления новых знаний незамедлительно использовать их в процессе производства промышленной продукции. Именно эта, основанная на новых знаниях продукция и является потенциально инновационной продукцией. Инновационной в полном смысле этого слова в том случае, если она будет пользоваться платежеспособным спросом на рынке товаров и услуг. Поэтому, можно утверждать следующее: *управляемость ПК (наряду с их устойчивостью) является необходимым условием их интеллектуализации*. В самом деле, что значит использовать новые знания в процессе промышленного производства? Это значит реализовать определенное управляющее воздействие на ПК, реализовать конкретное управляющее воздействие. Но для того чтобы это осуществить, необходимо наличие такого свойства ПК, как ее управляемость. При анализе устойчивости систем автоматизированного управления производственными корпорациями было показано, что наличие эффективной иерархической системы КЦ создает предпосылки для возможности использования классических методов оценки устойчивости технических систем при исследовании устойчивости систем автоматизированного управления. Подчеркнем еще раз, что это обусловлено тем обстоятельством, что наличие систем КЦ обеспечивает минимизацию постоянной времени автоматизированных систем управления промышленными корпорациями. Вне системы КЦ, т.е. если ПК не создало в своей структуре КЦ, говорить о названной выше возможности просто бессмысленно. Наличие достаточно малой по величине постоянной времени системы ПК+КЦ,

обеспечиваемой эффективным функционированием КЦ и оперативным характером деятельности ЛПП, также создает возможность для использования фундаментальных методов анализа управляемости технических систем при анализе процессов управляемости автоматизированных систем управления ПК. Подобная возможность подчеркивается тем обстоятельством, что производственную функцию систем организационного типа можно рассматривать в качестве аналога передаточной функции систем автоматического управления, а ее постоянную времени в качестве аналога постоянной времени систем автоматического управления. Подчеркнем еще раз, что это справедливо только при наличии эффективной системы внутреннего консалтинга ПК. Эффективной с точки зрения значения ее постоянной времени.

Основной характеристикой систем автоматического управления является ее передаточная функция, которая представляет собой отношение преобразования Лапласа - $Y(p)$ выходной величины системы - $y(t)$ к преобразованию Лапласа - $X(p)$ ее входной величины - $x(t)$, т.е.:

$$k(p) = \frac{Y(p)}{X(p)}, \quad (6)$$

где: $p = \frac{d}{dt}$ – оператор Лапласа.

Передаточная функция при достаточно малой величине постоянной времени является монотонной функцией времени, ее первая производная по времени положительна, а вторая производная по времени отрицательна. Это обеспечивает возможность решать оптимизационную задачу с использованием функционала, характеризующего эффективность работы системы автоматического управления, т.е. находить при заданных значениях параметров системы (фазовых координат) такое управление, которое обеспечивает в условиях определенных ограничений максимальное значение этого функционала систем автоматического управления.

Общая постановка задачи автоматического управления техническими системами состоит в следующем. Требуется найти такое управление, которое обеспечивает максимум функционала, описывающего процесс управления [Лопатников, 2013; Горелик, Тимушев, 2009]:

$$\max_{\{\bar{u}(t)\}} (J) = \max_{\{\bar{u}(t)\}} \int_{t_0}^{t_1} I(\bar{x}, \bar{u}, t) dt + F(\bar{x}_1, t_1), \quad (7)$$

при условии, что: $\dot{\bar{x}} = f(\bar{x}, \bar{u}, t)$, значения t_0 и $\bar{x}(t_0) = \bar{x}_0$ фиксированы, $(\bar{x}(t_1), t_1) \in T$, $\{\bar{u}(t)\} \in U$. Здесь: $\bar{x}$ – вектор фазовых координат системы управления, а $F(\bar{x}_1, t_1)$ показывает, что функционал J зависит от конечного состояния системы и конечного момента времени, U – область допустимых управлений.

Таким образом, задача оптимального автоматического управления техническими системами сводится к классической задаче математического программирования. Под действием управляющего воздействия - $\bar{u}(t)$ система должна быть переведена из данной (исходной) точки

фазового пространства в другую точку, т.е. система под воздействием управления должна переходить из исходного положения в новое положение. Например, управление двигателем автомобиля осуществляется нажатием на педаль газа, изменение положения судна или самолета в пространстве происходит в результате воздействия на рули управления. Однако этот переход объекта управления из одного состояния (положения) в другое осуществляется не мгновенно, а за определенный промежуток времени, которое определяет время так называемого переходного процесса. Естественно, чем меньше время переходного процесса, тем управление можно полагать более эффективным.

В условиях минимизации времени - t_k , обеспечиваемой КЦ и эффективным менеджментом корпорации, производственную функцию автоматизированной системы управления ПК можно рассматривать в качестве аналога передаточной функции системы автоматического управления. Это позволяет сформировать основной функционал автоматизированной системы управления ПК и оптимизировать его значение в условиях соответствующих ограничений.

Задача оптимального управления промышленными корпорациями аналогична по постановке рассмотренной задаче оптимального автоматического управления техническими системами и также сводится к задаче математического программирования.

Для этого введем обозначения: $c(t)$ – потребление в перерасчете на одного рабочего в данной корпорации (потребление – это не только фонд оплаты труда (зарплата) рабочего, но также затраты на соблюдение экологических требований, совершенствование инфраструктуры корпорации и т.п.); $k(t)$ – капиталовооруженность (фондовооруженность) одного рабочего; $\lambda = \mu + n$ - коэффициент, равный сумме, соответственно, нормы амортизации капитала и роста численности рабочей силы (будем полагать, что $\lambda = \text{const}$). Тогда задача оптимального корпоративного управления сводится к максимизации целевого функционала, описывающего деятельность производственной корпорации аналитической зависимостью:

$$\max_{\{c(t)\}}(J) = \max_{\{c(t)\}} \int_{t_0}^{t_k} I(\lambda k(t), c(t), t) dt + F(\lambda k(t_k), t_k) \quad , \quad (8)$$

при ограничениях: $dk/dt = f(k, c, t)$, значения t_0 и $k(t_0)$ фиксированы, $(k(t_k), t_k) \in T$, $c(t) \in U$.

Оптимальная фазовая траектория управляемого процесса функционирования корпорации – такая траектория, которая в конечной точке t_k обеспечивает максимум целевого функционала. Легко заметить, что функционал, описывающий производственную деятельность корпорации, подобен функционалу, описывающему процесс автоматического управления техническими системами. Именно это обеспечивает возможность использовать классические результаты теории автоматического управления для анализа систем управления организационными структурами, в частности, промышленными корпорациями. Оптимизировать производственную деятельность корпорации можно, например, за счет перераспределения полученной от реализации произведенной продукции прибыли между затратами на текущую деятельность корпорации, связанными либо с оплатой труда работающих, либо с улучшением экологии корпорации, либо с совершенствованием социальной сферы, и повышением уровня капитализации корпорации за счет обновления или модернизации основных фондов корпорации, усовершенствования ее интеллектуальной, технологической, информационной, сбытовой внутрикорпоративных систем.

Следует констатировать, что проведенные исследования показали, что при $t_k \rightarrow \min$ для анализа устойчивости и управляемости корпорации могут быть использованы методы анализа устойчивости и управляемости систем автоматического управления, в частности могут быть использованы критерии устойчивости Ляпунова, алгебраические критерии Рауса-Гурвица, частотные (фазовые) критерии устойчивости Найквиста, Михайлова [Чеботарев, Проскурин, Ельшин, 2022; Горелик, Тимушев, 2009; Горелик, Чеботарев, 2010]. В связи с этим наряду с описанной оптимизационной задачей управления (8) возникает еще одна оптимизационная задача, состоящая в необходимости так построить управление, чтобы был обеспечен минимум времени переходного процесса. Для этого обозначим через Q – характер переходного процесса и запишем в виде формулы:

$$Q = \int_{T_{пер}} [\bar{x}(t) - \bar{x}_0(t)]^2 dt, \quad (9)$$

где: $-\bar{x}(t)$ и $\bar{x}_0(t)$ – вектора параметров системы после и до реализации управления соответственно;

$T_{пер}$ – время переходного процесса.

Таким образом, задача оптимизации процесса управления обуславливается минимизацией приведенного функционала (9) в условиях ограничений на принцип действия объекта управления (судно, автомобиль, самолет), а также его конструктивную реализацию:

$$Q^0 = \min_t Q = \min_t \int_{T_{пер}} [\bar{x}(t) - \bar{x}_0(t)] dt, \quad (10)$$

что в условиях соответствующих ограничений - R : $R \in R_0$ определяет реальные ограничения, которые относятся к области возможных ограничений.

Заключение

В рассмотренной теме исследования показана крайне важная функциональная взаимосвязь устойчивости и управляемости на основе стратегической интеллектуализации ПК - определяется в решении задачи максимизации целевого функционала, описывающего деятельность промышленной корпорации высокотехнологичной отрасли, которая определяет один из важных аспектов к управлению промышленными корпорациями на ряду с рассмотренной задачей – минимизации времени переходного процесса ПК из одного состояния в другое методом воздействующего управления.

Таким образом, исходя из основной цели настоящей статьи, связанной со стратегической интеллектуализацией промышленных корпораций, крайне значимы и максимизация целевого функционала, и минимизация времени переходного процесса. Почему? Потому что одной из основ интеллектуализации промышленных корпораций является наличие в их составе технопарка, предназначенного для генерации новых знаний, значимость ценности которых определяется эффективностью их использования при разработке инновационных

(принципиально новых научно-технических) продуктов (системного типа, что позволяет продукцию для ПК рассматривать в форме контрактации, основанных на этих знаниях, их промышленным производством именно данной (конкретной) корпорацией. А это объективно и закономерно определяется эффективностью управления корпорацией, описываемой приведенными в статье оптимизационными задачами (6) – (10) вытекающими из стратегической интеллектуализации ПК.

Библиография

1. Лопатников А.И. Экономико-математический словарь: Словарь современной экономической науки. – М.: Дело, 2013. – 520 с.
2. Чеботарев С.С., Проскурин Б.В., Ельшин В.А. Векторы управления инновациями высокотехнологичных организаций промышленности: методологические аспекты. Монография. М.: РУСАЙНС, 2022. – 148 с.
3. Самуэльсон П., Нордхаус В. Экономика. 19-е изд. Пер. с англ. М.: Вильямс, 2018.- 480 с.
4. Хорн Ван Джеймс, Вахович К. Основы финансового менеджмента. 11-е изд.: Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2018.-218 с.
5. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1978. – 568с.
6. Модели и методы решения задач управления инновационными проектами: монография / А. Я. Черныш, В. Г. Анисимов, Е. Г. Анисимов [и др.]. – Москва: Изд-во Российской таможенной академии, 2009. – 92 с.
7. Анисимов Ю.П. Управление устойчивым развитием предприятия на основе инноваций и интрапренерства: учебник / Ю.П. Анисимов, Ю.В. Журавлев, Г.Д. Черткова, А.В. Соломка. - Воронеж: ВГТА, 2006. - 403 с.
8. Брянцева И.В. Экономическая устойчивость предприятия: сущность, оценка, управление: учебное пособие / И.В. Брянцева. - Хабаровск: Хабаровский государственный технический университет, 2007. - 150с.
9. Чупров С.К. Повышение эффективности управления устойчивостью предприятий / С.К. Чупров // Проблемы теории и практики управления. - 2008.
10. Голубев С.С., Чеботарев С.С. Эффективная стратегия управления рисками как основа экономической безопасности банка // Экономические стратегии. 2017. Т. 19. № 3 (145). С. 186-195.
11. ru.m.wikipedia.org (дата обращения: 12.07.2024).
12. А.Л. Горелик, Тимушев А.Г. Основные аспекты построения инновационного промышленного производства / Всероссийский научный и общественно-просветительский журнал «Инициативы 21 век». М.: ИБПУ, №3/2009. С. 34-37.
13. А.Л. Горелик, Чеботарев С.С. Методический подход к постановке и решению «задачи о назначении» как фактор инновационной экономики / Всероссийский научный и общественно-просветительский журнал «Инициативы 21 век». М.: ИБПУ, №3/2010. – С. 42-46.

Strategy of Intellectualization of Industrial Corporations as a Modern Factor of Economic Development Combining the Principles of Sustainability and Controllability

Stanislav S. Chebotarev

Doctor of Economic Sciences,
Professor,

Head of the Department of Methodological and Economic Research,
Academician V.S. Semenikhin Research Institute of Automatic Equipment,
Chief Researcher,

Volga State University of Water Transport,
603005, 5, Nesterova str., Nizhny Novgorod, Russian Federation;
e-mail: StSt57@yandex.ru

Abstract

Industrial corporations (ICs) operate in a typically highly competitive environment. Each IC fights for its place in the system of economic relations among business entities, regardless of ownership forms: for its sector, its niche in the global, national, and regional markets of goods, works, and services. This market niche is ultimately determined by the innovation-investment (technical-tactical and technical-economic) parameters of industrial products (goods), shaped by advancements in scientific and technological progress (results of intellectual activity), which the IC is able to offer to the market and potential buyers. The products manufactured by the IC take the form of goods when they meet consumer needs at an acceptable price, and in development—the form of contracts (contracting: a market mechanism for transforming potential buyers into actual (real) ones, from one-time to permanent). For example, for the shipbuilding industry, these are primarily modern passenger liners, cargo container ships, tank barges, fishing and seafood processing vessels, icebreakers, etc. The market of the shipbuilding industry, like other high-tech products, is highly competitive and dynamically functions as a system due to the market mechanism of supply and demand. At any time, products similar in purpose to those produced and offered by a shipbuilding IC may appear on the market, but with more attractive consumer (innovative) properties, both in terms of price and quality in an integral interpretation of this concept. If such an event occurs, leading to a change in market conditions, it is equivalent to an external disturbance affecting (naturally, adversely) the production, particularly financial-economic, activities of the IC. The alternative to external disturbance acting on the IC is its sustainability. If the IC possesses a certain margin of sustainability, determined primarily by the ability to strategically forecast possible changes in market conditions in advance, and the capacity of the internal consulting system to develop effective management decisions not only timely but proactively (which in control theory is defined by the value of the first derivative), then the IC will not incur any economic losses. However, if the IC lacks a certain margin of sustainability, losses are inevitable, up to catastrophic ones (e.g., bankruptcy). This article discusses various approaches (methods) for assessing the strategic sustainability of organizational-type systems in their managerial interconnection. The activities of industrial corporations are characterized not only by their sustainability but also by controllability. The controllability of organizational-type systems implies their ability to timely and effectively implement management decisions made by decision-makers—effectively in terms of the criterion of completeness of all measures provided for by management decisions. The properties of sustainability and controllability are particularly significant for innovative (intellectual) ICs (shipbuilding, aircraft manufacturing, space, radio electronics, etc.), which are systematically subjected primarily to external "disturbances," such as new knowledge generated by technoparks and the necessity, or rather the urgent need, for their implementation in the form of potentially innovative goods, works, and services. It is the strategic effectiveness of the controllability of the IC's intellectual resource that enables the full utilization of new knowledge, allowing it to feel confident and independent (sustainable) from external factors in the market environment of competitive economic relations due to the higher consumer qualities of the products produced, which at the first stage of the product life cycle turn into goods, and at the second—into contracting. This reliably ensures the real sustainability of the economic functioning and development of the corporation in the current (1-2 years) and confident medium-term (3-5 years) prospects, based on the potential sustainability of development determined by the contractual demand of the customer (buyer, consumer), which is the result of a correctly built intellectualization strategy of the IC.

For citation

Chebotarev S.S. (2025) Strategiya intellektualizatsii promyshlennykh korporatsiy kak sovremennyy faktor ekonomicheskogo razvitiya v sochetanii printsiptov ustoychivosti i upravlyaemosti [Strategy of Intellectualization of Industrial Corporations as a Modern Factor of Economic Development Combining the Principles of Sustainability and Controllability]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 15 (5A), pp. 217-231. DOI: 10.34670/AR.2025.60.74.019

Keywords

Disturbances, innovations, intellectualization, methods, indicators, industrial corporation, strategy, system state (enterprise, organization, corporation), sustainability, management, factors, function.

References

1. Lopatnikov A.I. Economic and mathematical dictionary: Dictionary of modern Economics. Moscow: Delo, 2013. 520 p.
2. Chebotarev S.S., Proskurin B.V., Yelshin V.A. Vectors of innovation management in high-tech industrial organizations: methodological aspects. Monograph. Moscow: RUSAINS, 2022. 148 p.
3. Samuelson P., Nordhaus V. Economy. 19th ed. Translated from English. Moscow: Williams, 2018. - 480 p.
4. Horn Van James, K. Vakhovich Fundamentals of financial management. 11th ed.: Translated from English. Moscow: Williams Publishing House, 2018.-218 p.
5. Buslenko N.P. Modeling of complex systems. Moscow: Nauka, 1978. 568 p.
6. Models and methods for solving problems of innovative project management: a monograph / A. Ya. Chernysh, V. G. Anisimov, E. G. Anisimov [et al.]. – Moscow: Publishing House of the Russian Customs Academy, 2009. – 92 p.
7. Anisimov Yu.P. Managing the sustainable development of an enterprise based on innovation and intra-entrepreneurship: textbook / Yu.P. Anisimov, Yu.V. Zhuravlev, G.D. Chertkova, A.V. Solomka. Voronezh: VGTA, 2006. 403 p.
8. Bryantseva I.V. Economic stability of the enterprise: essence, assessment, management: textbook / I.V. Bryantseva. Khabarovsk: Khabarovsk State Technical University, 2007. 150s.
9. Chuprov S.K. Improving the effectiveness of enterprise sustainability management / S.K. Chuprov // Problems of theory and practice of management. - 2008.
10. Golubev S.S., Chebotarev S.S. Effective risk management strategy as the basis of the bank's economic security // Economic strategies. 2017. Vol. 19. No. 3 (145). pp. 186-195.
11. ru.m.wikipedia.org (date of request: 07/12/2024).
12. A.L. Gorelik, Timushev A.G. The main aspects of building innovative industrial production / All-Russian Scientific and public educational journal Initiatives of the 21st Century. Moscow: IBPU, No.3/2009. – Pp. 34-37.
13. A.L. Gorelik, Chebotarev S.S. A methodological approach to the formulation and solution of the "assignment problem" as a factor of the innovative economy / All-Russian Scientific and Public Educational journal Initiatives of the 21st Century. Moscow: IBPU, No. 3/2010. – Pp. 42-46.