

Введение Одной из основных проблем, стоящих сегодня перед российскими предприятиями, является повышение конкурентоспособности, что обусловило разработку программ повышения качества и выработку показателей для оценки способности предприятия качественно функционировать. Скорость социально-экономических изменений усложняет цель современного предприятия, все четче определяя ее как устойчивое развитие. При реализации такой цели на первый план выходят задачи не столько экономического роста, сколько изменения качества всего предприятия. Качество как сложная универсальная категория, приобретая ярко выраженный экономико-статистический характер, демонстрирует широкое разнообразие собственных определений, обусловленное его многогранностью в новой экономике. При этом именно в современных экономических условиях фрагментарное состояние ее статистического представления отражает серьезное отставание от бурного развития ее экономической основы. Соответственно возникает необходимость восполнить этот пробел и уточнить понятие «качество предприятия». В данной работе под качеством предприятия понимается степень соответствия системы собственных характеристик, являющихся предметом независимой оценки, требованиям всех заинтересованных в деятельности предприятия сторон. В соответствии с таким подходом качество предприятия наиболее адекватно может быть отражено в трех его свойствах - результативности, эффективности и устойчивости, которые обладают универсальностью по отношению сразу ко всем объектам как внутри самого предприятия, так и за его границами [1]. Результативность, как степень реализации запланированной деятельности и достижения запланированных результатов, характеризует возможность достигать результат, способность выполнять технологию достижения результата, способность достигать результат. Эффективность - соотношение между достигнутым результатом и использованными ресурсами - характеризует способность к совершенствованию и способность к инновациям. Устойчивость, как степень сохранения способности достигать результат в установленных пределах целей и ресурсов, концентрирует в себе представления как о надежности в технологическом смысле, так и о гибкости в смысле управляемости. Процессный подход к статистическому моделированию качества предприятия Процессный подход, постепенно превращаясь не только в самый востребованный, но и наиболее полный инструмент моделирования организации, на современном этапе продолжает развиваться скорее за счет экономических теорий, оставляя в стороне статистический аспект на фоне бурного использования информационных технологий. В работе на процессном подходе, дающем возможность создания целостной модели предприятия и его связей с внешней средой, т.е. по сути механизма его развития, основано статистическое моделирование качества предприятия. Опираясь на задачи управления качеством предприятия [2], представленные в таблице 1, предприятие

рассматривается в виде сети процессов, под которой понимается иерархически связанная группа процессов, которая, используя ресурсы процессов, с целью добавления ценности для всех заинтересованных сторон предприятия, преобразует ее входы в выходы. В работе выделены следующие три класса процессов: основные процессы; процессы управления; вспомогательные процессы. При этом связи между ними определены такими составляющими каждого процесса как «входы из других процессов» и «выходы в другие процессы». Обращаясь к заинтересованным сторонам как предприятия, так и процесса, возможно следующее разделение уровней управления по их статистическому обеспечению: стратегическое управление (конечные потребители, собственники, персонал, внешние поставщики и партнеры, общество); тактическое управление (владелец процесса, внутренние потребители, внутренние поставщики и партнеры); оперативное управление (руководитель процесса, команда партнера). Таблица 1- Задачи управления качеством идентификация управление совершенствование процесс 1. выделение процесса в сети; 2. определение связей с другими процессам; 3. слияние процесса с другими процессами в сети; 4. оценка возможностей процесса создавать результат; 9. совершенствование процесса для повышения его эффективности; 5. контроль и оценка функционирования процесса; 6. контроль и оценка результата процесса; сеть процессов 7. контроль и оценка возможностей использования процессом результатов других процессов сети; 10. совершенствование процесса для повышения эффективности сети процессов. 8. контроль и оценка возможностей процесса создавать результаты для других процессов сети; С этой точки зрения, выбранные свойства - результативность, эффективность и устойчивость - являются универсальными индикаторами процесса, статистически сопоставимыми на всех трех уровнях управления - оперативном, тактическом и стратегическом и в то же время учитывают все показатели процесса и сети. Понятие процесса также приобретает статистический характер. Обращаясь к процессу как ключевой модели процессного подхода, на основе проведенного анализа определений, описаний, регламентов и моделей процесса выделяются следующие значимые с точки зрения его статистического моделирования составляющие: а) входы из других процессов; б) продукция (цель и результат процесса); в) заинтересованные стороны процесса: потребители внешние, непосредственные участники процесса (руководитель процесса; команда процесса), опосредованные участники процесса (потребители внутренние, поставщики и партнеры внутренние, владелец процесса, поставщики и партнеры внешние; собственники предприятия, персонал предприятия (за исключением непосредственных и опосредованных участников процесса), общество; г) ресурсы процесса: работники, инфраструктура, производственная среда, информация, поставщики и партнеры, природные ресурсы, финансовые ресурсы;

д) выходы в другие процессы. Здесь продукция как результат процесса разграничена с выходами процесса - продукция рассматривается как один из выходов процесса, причем наиболее значимый. Выходом процесса можно также считать и несоответствующую продукцию, любую информацию о ходе процесса, в том числе и о ресурсах, и т.д. Входом процесса считается, в первую очередь, управленческое решение о запуске процесса - информация о потребностях внешнего потребителя и возможностях их удовлетворения в сети процессов и конкретном процессе в частности. Входы и выходы процесса описывают связи процесса, делая его модель полной, законченной. Выступая составляющими процесса, они не расплывают внимание владельца процесса и его руководителя при управлении им в сети. Так как качество предприятия отражено в трех свойствах - результативности, эффективности и устойчивости, поэтому и каждый процесс должен быть статистически представлен именно в этих категориях. Единообразное представление качества элемента предприятия и всего предприятия в трех свойствах обеспечивает их статистическую сопоставимость. Широта комплексного анализа подкреплена в статистической модели качества предприятия глубиной ее статистического представления. Ключевым акцентом статистического отражения процесса является четырехмерная статистическая интерпретация составляющих процесса в группах: количество; стоимость / затраты; время; качество. Одновременное статистическое отражение составляющих процесса в показателях и количества, и стоимости, и времени, и качества обеспечивает наиболее гармоничное, адекватное и полное их представление, позволяя не использовать эквиваленты и замены, что приводит к существенному упрощению организации статистических измерений и оценок. На этом фоне возникают широкие возможности применения различных методов статистического учета экономических явлений процесса, начиная от их комбинации и заканчивая простым их пообъектным объединением [3]. Из представленных четырех показателей наиболее очевидным и известным является количество. Стоимость или затраты достаточно часто рассматриваются как эквивалент количества, однако в последнее время приобретают все большую самостоятельность, отражая скорее связь «качество-количество». Время, превратившись в критический фактор успеха, стало обязательным к измерению в «новой» экономике. Качество как наиболее сложная в измерении и оценке категория чаще признается как необходимая, но редко используется в полном объеме. Методология статистического моделирования качества предприятия

Статистическое моделирование качества предприятия проводится в два этапа: в статике и в динамике. В статике используются следующие методы расчета показателей свойств процесса [1]. Результативность - средняя геометрическая по всем показателям процесса: $\bar{R} = \sqrt[n]{R_1 \cdot R_2 \cdot \dots \cdot R_n}$, где $R_{Пр}$ - результативность процесса; $R_{П(...)}$ - результативность показателя процесса; $ЗначПФакт(...)$ - фактическое

или достигнутое значение показателя; $\text{ЗначППлан}(\dots)$ - плановое/нормативное/целевое значение показателя; n - количество показателей процесса. Эффективность - абсолютное значение разности среднеквадратических отклонений значений результативности всех показателей результата (продукции) и ресурсов (работники, инфраструктура, производственная среда, информация, поставщики и партнеры, природные ресурсы, финансовые ресурсы) процесса: где ЭффПр - эффективность процесса; ОтклПрд - среднеквадратическое отклонение от 100% значений результативности «Производства» по всем ее показателям; ОтклРесПр - среднеквадратическое отклонение от 100% значений результативности ресурса процесса по всем его показателям; $\text{РезПрПроизводствоПр}$ - результативность показателя результата процесса «Производство»; РезПрРесПр - результативность показателя ресурса процесса; m - количество показателей результата процесса; k - количество показателей ресурса процесса; g - количество ресурсов. В случае буквального применения определения стандарта в части эффективности, соотношение между результатом и ресурсами процесса может быть выражено через отношение результативностей продукции и ресурсов. Однако такая общая оценка эффективности не служит основанием для дальнейшего совершенствования ни процесса, ни организации. Рекомендуется использовать более тонкий инструмент - стандартное отклонение от 100% значений показателей, отражающих составляющую процесса - ресурс и результат. Во-первых, оно само по себе характеризует разброс, вариацию составляющей, давая представление о ее состоянии как системы. Во-вторых, при построении разности стандартных отклонений от 100% показателей продукции и ресурсов возникает численное значение, характеризующее разбалансированность или, наоборот, возможность войти в резонанс двух систем. В-третьих, достаточно легко найти обратную величину такого отношения, которая отражает уже синхронизацию состояний результата и ресурсов [4]. Устойчивость - отношение энтропии процесса по значениям результативности всех показателей процесса к ее максимальному значению: $H_{\text{Пр}}/H_{\text{Прmax}}$, где $H_{\text{Пр}} = -\sum_{i=1}^N p_i \log_2 p_i$; $p_1=p_2=\dots=p_N=1/N$; $H_{\text{Пр}}(p)$ - энтропия процесса по значениям всех показателей результативности процесса; $H_{\text{Прmax}}(p)$ - максимальное значение энтропии процесса при условии, что значения всех показателей результативности процесса отличаются (в каждом интервале шкалы значений результативности находится единственное значение или одинаковое число значений); p_i - вероятность появления значения результативности в интервале шкалы значений результативности процесса; $i=1\dots N$, N - количество показателей результативности процесса; C_i - частота появления значения показателя результативности; шкала значений показателей результативности - шкала интервалов значений показателей результативности, в которой интервалы могут быть рассчитаны по формуле Стэрджесса и составлять 5, 10% и т.д. Для оценки устойчивости процесса и организации в

целом была выбрана классическая формула Шеннона К. как наиболее прозрачная с точки зрения ее применения. Она рассчитывается по формуле: .

Энтропия в смысле Шеннона К. означает меру неопределенности, а в работах в этом русле ее все чаще связывают с эволюцией, развитием исследуемой системы. Такую статистическую оценку можно считать наиболее перспективной, поскольку она отвечает самому передовому экономическому направлению в управлении современной организацией - устойчивому развитию. Полученный результат свидетельствует о мере неопределенности или неупорядоченности процесса, а обратная оценка или разность единицы и отношения энтропии к ее максимальному значению будут давать оценку способности процесса именно в этом состоянии достигать запланированный результат по всем показателям процесса. Результативность, эффективность как групп процессов (процессов управления, основных процессов, вспомогательных процессов), так и сети процессов можно исчислять как средние геометрические по этим же показателям процессов. Устойчивость в этих случаях рассчитывается непосредственно по значениям всех показателей либо группы процессов, либо всей сети процессов, обеспечивая тем самым более высокую точность за счет прямого, а не усредненного учета значений [2].

В динамике связи процесса статистически учитываются с использованием следующих методов расчета показателей свойств процесса. Результативность - средняя геометрическая по всем показателям процесса (как и в случае статистики). Эффективность по связям - средняя геометрическая эмпирических корреляционных отношений между всеми показателями результативности результата процесса (продукции) и его ресурсов (работники, инфраструктура, производственная среда, информация, поставщики и партнеры, природные ресурсы, финансовые ресурсы) за исследуемый период времени: где P_0 - количество показателей результативности результата процесса - продукции; $P_1, P_2, \dots, P_7$ - количество показателей ресурсов процесса; $j=1 \dots M$, M - количество групп показателя результативности ресурса; l_j - количество наблюдений показателя результативности ресурса в группе-интервале; $CpRezППродукции$ - общая средняя для значений показателя результативности продукции; $CpRezjППродукции$ - среднее значение показателя результативности продукции в группе-интервале; $RezjППродукции$ - значение показателя результативности продукции в группе-интервале. В данной формуле эмпирическое корреляционное отношение (η) показывает тесноту связи между исследуемым явлением и группировочным признаком и исчисляется по формуле: , где - межгрупповая дисперсия характеризует систематическую вариацию результативного признака, т.е. вариацию между группами за счет признака-фактора, положенного в основу группировки. Определяется она по формуле: - общая дисперсия отражает вариацию признака за счет всех факторов, действующих в данной совокупности. - внутригрупповая дисперсия отражает

случайную вариацию, т.е. часть вариации, обусловленную влиянием неучтенных факторов и не зависящую от признака-фактора, положенного в основу группировки. Определяется она по формуле : Между представленными видами дисперсий существует определенное соотношение, которое известно как правило сложения дисперсий. Значимость рассчитанного эмпирического корреляционного отношения (h) оценивается по критерию Фишера: где ; При сравнении расчетного значения F-критерия ($F_{\text{расчетное}}$) с табличным при пятипроцентном уровне значимости возможно сделать вывод о существенности корреляционного отношения. При этом несущественные корреляционные отношения в среднюю геометрическую не включаются. Эффективность по связям процесса, рассчитанная на основе эмпирического корреляционного отношения, отражает возникшие за исследуемый период времени связи между ресурсами и результатом процесса - продукцией, и является не только более точной оценкой эффективности, чем предыдущая - эффективность на основе стандартного отклонения от 100%, но и более адекватной. Во-первых, обнаружив существенную связь при помощи корреляционного отношения, можно судить о ее силе, например, по шкале Чеддока или просто в процентном представлении, а значит, управляя экономическими явлениями, статистически отраженными в показателях ресурсов процесса, оказывающих более сильное влияние на результат - продукцию, возможно более точно распределять как управленческие усилия, так и материальные мощности процесса. Во-вторых, оценив эффективность каждого ресурса с использованием средней геометрической по всем его корреляционным отношениям с продукцией, можно определить точки совершенствования процесса без дополнительного анализа ресурсов: чем ниже эффективность по связям ресурса, тем большего внимания он требует в управлении, а значит именно на него должны быть направлены не только корректирующие, но и предупреждающие действия, в том числе и прогноз. Устойчивость связей - отношение энтропии процесса по значениям эффективности по связям к ее максимальному значению $/27/$: где , , $p_1=p_2=\dots=p_N = 1/N$ $H_{\text{эффСв}}(p)$ - энтропия процесса по значениям значимых корреляционных отношений всех показателей ресурсов и всех показателей продукции процесса; $H_{\text{эффСвmax}}(p)$ - максимальное значение энтропии процесса по значениям значимых корреляционных отношений всех показателей ресурсов и всех показателей продукции процесса при условии, что их значения отличаются (в каждом интервале шкалы значений корреляционных отношений находится единственное значение или одинаковое число значений); p_i - вероятность появления значения корреляционного отношения в интервале их шкалы; $i=1\dots N$, N - количество корреляционных отношений процесса; P_0 - количество показателей результата процесса - продукции; $P_1, P_2, \dots, P_7$ - количество показателей ресурсов процесса; C_i - частота появления значения показателя корреляционного отношения. Устойчивость связей, также как и

эффективность по связям, более адекватна предложенному определению устойчивости, так как именно устойчивость связей дает объективное представление о способности как процесса, так и в целом организации к развитию. Действительно, графическая оценка распределения значений эмпирических корреляционных отношений между показателями продукции и ресурсов процесса дает весьма наглядную картину, особенно в отношении стратегии. Как только организация в сети процессов демонстрирует две вершины на графике распределения значений эффективности по связям стратегических целей организации и стратегических показателей процессов, то это говорит о необходимости смены стратегии - сеть процессов достигла состояния, в котором связи еще могут быть изменены, то есть они гибко отреагируют на изменения внешней среды. Тогда срок реализации выбранной стратегии, во-первых, может быть статистически спрогнозирован, а во-вторых, скорректирован по мере ее реализации на основе статистического представления устойчивости. Данная модель охватывает все ракурсы комплексного анализа процесса и дает основание для представления процесса в панелях для управления им как на тактическом, так и на стратегическом уровнях. Статистическая модель качества процесса как основного элемента модели организации представлена в двух уровнях управления - оперативном и тактическом. Результаты моделирования и их обсуждение

В работе проведен анализ качества завода по производству и переработке полиэтилена низкого давления (ПППНД) ОАО «Казаньоргсинтез» на основе приведенной статистической модели качества предприятия. Завод ПППНД состоит из двух производственных комплексов: производство полиэтилена низкого давления (ПНД) и производство полиэтиленовых напорных и газовых труб и деталей к ним. В 2012 году на заводе произведено 443,3 тыс. тонн ПНД и 24,1 тыс. тонн полиэтиленовых труб и деталей. Удельный вес продукции завода ПППНД в товарной продукции ОАО «Казаньоргсинтез» составил 55%. В соответствии с процессным подходом предприятие рассматривалось как сеть процессов, в качестве которых были выбраны два основных процесса: производство полиэтилена и производство труб и один процесс управления. Расчеты производились на базе статистических данных завода за 2007-2012 годы. На первом этапе проводилось статистическое моделирование свойств качества предприятия по каждому отдельному году исследуемого периода [5]. При этом первоначально исследовалась результативность всех составляющих каждого процесса. Результаты расчета результативности составляющих процесса производства полиэтилена в 2007 году показаны на рис. 1. Далее рассчитывались статические показатели эффективности и устойчивости процессов по годам рассматриваемого периода. Результаты расчета эффективности показателей основных составляющих процесса производства ПНД за 2007 год приведены на рис. 2. Рис. 1 - Результативность составляющих

процесса производства ПНД за 2007 год, % Рис. 2 - Эффективность показателей основных составляющих процесса ППНД за 2007 г, % Результаты расчетов свойств качества рассматриваемых процессов по годам исследуемого периода времени сведены в таблице 2. Таблица 2 - Свойства качества процессов за 2007-2012 гг, % процессы свойство год ПНД Трубы Управл результативность 2007 83,6 83,0 79,5 2008 79,2 95,6 81,9 2009 88,2 92,9 86,6 2010 80,9 89,2 80,7 2011 93,0 93,3 70,5 2012 91,8 93,3 67,3 эффективность 2007 71,5 68,9 59,5 2008 62,4 59,8 62,2 2009 64,0 64,2 63,7 2010 62,5 71,9 61,7 2011 58,3 59,5 62,4 2012 59,7 57,7 61,2 устойчивость 2007 17,1 25,7 32,6 2008 8,2 12,6 27,6 2009 17,1 15,6 29,2 2010 13 13 26,8 2011 12,4 15,5 28,2 2012 12,8 30,4 27,9

Результативность процесса производства ПНД в 2007 году составила 83,55%. На втором этапе расчет свойств качества каждого процесса и сети процессов осуществлялся в динамике за шесть лет исследуемого периода. Эффективность по связям процесса здесь рассчитывалась на основе эмпирического корреляционного отношения. Сначала на основе однофакторного дисперсионного анализа были отобраны те показатели составляющих-ресурсов, результативность которых показала тесную статистически значимую связь с результативностью показателей продукции. Для этого для каждой пары показателей ресурса и продукции проводилось разбиение диапазона результативности соответствующего показателя ресурса за исследуемый период времени на интервалы в соответствии с формулой Стэрджесса. Значения результативности показателя продукции из рассматриваемой пары распределялись по соответствующим интервалам, полученным выше. Таким образом, получали таблицы соответствия результативности каждого показателя продукции интервалам результативности каждого показателя того или иного ресурса. Теснота связи, возникшей за исследуемый период между соответствующей парой показателей, оценивалась на основе эмпирического корреляционного отношения, а значимость - на основе критерия Фишера. Показатели с незначимым корреляционным отношением из дальнейших расчетов исключались. В процессе производства ПНД были выявлены 19 показателей ресурсов, имеющих сильную связь с показателями продукции. Так, было получено, что результативность количества продукции наиболее тесно связана с результативностью количества ($r=0,816$) и стоимости ($r=0,811$) производственной среды, а также результативностью количества поставщиков и партнеров ($r=0,815$) и количества природных ресурсов ($r=0,815$). Стоимость продукции наиболее тесно связана с количеством ($r=0,811$) и стоимостью ($r=0,810$) производственной среды, количеством ($r=0,811$) и качеством ($r=0,811$) поставщиков и партнеров. Качество продукции наиболее сильно связано с качеством ($r=0,752$) и стоимостью ($r=0,786$) работников и качеством инфраструктуры ($r=0,822$). Таким образом, управляя показателями ресурсов процесса, оказывающими более сильное влияние на результат-продукцию, можно более точно распределять как материальные мощности

процесса, так и управленческие усилия. Оценка эффективности каждого ресурса с использованием средней геометрической по всем его корреляционным отношениям с продукцией показала, что в процессе производства ППД проблемной составляющей являются финансовые ресурсы ($r = 0,672$), а значит, именно на них должны быть направлены не только корректирующие, но и предупреждающие действия, в том числе и прогноз. В процессе управления была выявлена функциональная связь между результативностью продукции и результативностями производственной среды и финансовых ресурсов ($r = 0,983$). В заключение исследования производился расчет устойчивости, который показал степень сохранения способности достигать результат в установленных пределах целей и ресурсов порядка 35%. Полученное значение нельзя считать полностью достоверным, т.к. для проведения качественного исследования необходимы статистические данные за более длительный период времени. Статическое и динамическое состояния свойств процесса и сети процессов позволяют проводить статистическую оценку развития. Ключевое преимущество всех построенных показателей результативности. Эффективности и устойчивости как в статике, так и в динамике, заключается, прежде всего, в том, что они статистически отражают и измерение, и их оценку, причем в одинаковых единицах - процентах. Лицо, принимающее решение, на любом уровне управления может легко осуществлять мониторинг процесса с переходом в сеть, провести полноценный комплексный анализ первичных данных в таблицах анализа в отношении стратегии, требований заинтересованных сторон и всех свойств процесса.