
ПРОБЛЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЙ

**Модели и методы анализа устойчивого развития
малых предприятий**

© 2020 г. Н.Е. Егорова

Н.Е. Егорова,
ЦЭМИ РАН, Москва; e-mail: nyegorova@mail.ru

Поступила в редакцию 15.11.2019

Аннотация. В статье представлен системный анализ существующих концепций и подходов к оценке устойчивости экономических объектов, а также обосновано применение имитационных динамических моделей для анализа устойчивости малых предприятий. Изложена авторская концепция устойчивости работы рассматриваемых субъектов малого предпринимательства, согласно которой они должны иметь неубывающие темпы роста и характеризоваться определенным набором показателей эффективности их деятельности, находящихся в заданном диапазоне эталонных значений. Предложены методы формирования устойчивой стратегии развития объектов малого бизнеса, предполагающие применение ряда процедур принятия решений (оптимизации распределения прибыли, экспресс-анализа основных экономических показателей и др.). Приведены результаты реализации разработанного экономико-математического инструментария на примере двух малых фирм, одна из которых является производственной, другая — инновационно ориентированной, производящей, применяющей IT-технологии и относящейся к сфере компьютерных услуг. Для анализа деятельности малой инновационной фирмы использована модификация имитационной модели малого предприятия, включающая в состав системы соотношений производственную функцию знаний типа Грелихеса—Пейкса, полученную регрессионными методами.

Ключевые слова: малое предприятие, малый бизнес, концепции устойчивости, стратегия развития, имитационная модель, экспресс-анализ показателей, экономические индикаторы.

Классификация JEL: C51, C62, 012.

DOI: 10.31857/S042473880010548-1

1. ВВЕДЕНИЕ

Малый бизнес является важным сектором национальной экономики большинства развитых стран, доля которого в ВВП колеблется в среднем от 43 до 57%; в налоговых отчислениях — 28–46%; в общей занятости трудоспособного населения — 46–78% (Тахтамиров, Колаева, 2015). По уровню развития малого бизнеса (МБ) Россия существенно отстает от зарубежных стран. Ни по масштабам участия в экономике, ни по институциональной зрелости и функциям, которые должен выполнять сектор МБ, достигнутые в этой сфере результаты не могут быть признаны удовлетворительными.

Одной из причин отставания развития российского МБ является неустойчивое функционирование его первичных звеньев — малых предприятий (МП), проявляющееся, в частности, в их коротком жизненном цикле. Существует понятие среднего срока жизненного цикла малых фирм, наблюдаемого в стационарной экономике с успешным развитием МБ. Зарубежный опыт функционирования МП свидетельствует о том, что длительность жизненного цикла МП, по оценкам различных экспертов, составляет в среднем примерно четыре–шесть лет, в то время как в России этот показатель раза в два ниже и равен одному–двум годам (Штыкина, 2014). Коэффициент выбытия российских МП за последние годы достаточно устойчив и превышает 10%. За рубежом не только существенно ниже средняя доля выбытия МП, но и структура самого МП отличается: значительно больше число тех объектов, которые преодолевают институциональный барьер и попадают в число средних и крупных фирм, интегрируются с крупными предприятиями и т.д., в то время как выбытие отечественных МП происходит преимущественно по причине банкротства. Таким образом, значительный, но не реализованный потенциал российского МБ состоит в повышении устойчивости функционирования МП, что позволило бы не только обеспечить рост их числа, но и преодолеть стагнацию в этом важном секторе, подняв долю его участия в российской экономике.

Вопросам развития малого предпринимательства посвящено значительное число отечественных и зарубежных публикаций. В российской научной литературе результаты исследования МП отражены в трудах (Блинов, Шапкин, 2009; Бухвальд, Виленский, 1999; Тореев, 2008; Чепуренко, 2017; и др.); в зарубежной — (Poutziouris et al., 2000; Storey, 1994; и др.). Особое место в этом цикле работ занимают исследования МБ с применением экономико-математического инструментария, и в частности с использованием имитационных моделей (Егорова, Майн, 1997; Егорова, Маренный, 2004; Орлов, 2015 и др.).

Однако обзор имеющейся литературы свидетельствует о том, что проблемам устойчивого развития МП уделяется незаслуженно мало внимания. Большинство работ концентрируется главным образом на устойчивости крупных предприятий, где эта проблема изучается на базе таких понятий, как «платежеспособность», «доля рынка» и др. Кроме того, в настоящее время не выработано единой концепции по таким категориям, как «устойчивость», «устойчивое функционирование экономических объектов»; не решен вопрос корректного применения термина «устойчивость к динамическим системам». При этом полученные авторами результаты не всегда могут быть корректно применены к МП в силу их специфики, состоящей в наличии институциональных ограничений на масштаб деятельности малых фирм, их адаптивности к воздействиям внешней среды, а также краткосрочного их жизненного цикла. В связи с этим данная статья, посвященная проблемам устойчивости МП, восполняет имеющийся в исследованиях пробел и является актуальной.

2. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АНАЛИЗА УСТОЙЧИВОСТИ МП

Проблема устойчивости экономических систем относится к числу классических задач экономико-математических исследований и перекликается с результатами, полученными в других областях науки. С точки зрения системного подхода устойчивость — одно из фундаментальных и необходимых свойств любой функционирующей и развивающейся системы. В механике различают устойчивость по Ляпунову (в том числе асимптотическую и экспоненциальную), орбитальную и др. В технике — надежность работы технических систем без сбоев, т.е. способность системы пребывать в состояниях, для которых параметры, определяющие ее целостность, остаются в заданных пределах при возмущающих воздействиях внешней среды. Показателем устойчивости при этом обычно выступает вероятность поломки оборудования или выхода из строя целой технологической линии. В теории автоматического управления и кибернетике — способность системы выходить на заданную траекторию развития на основе действия механизма отрицательной обратной связи, что оценивается критерием величины относительного отклонения фактической динамики от планируемой. В биологии — гомеостаз — способность организма сохранять внутреннее и внешнее постоянство под действием факторов внешней среды, и т.д.

В экономических исследованиях также встречаются различные трактовки понятия «устойчивость»: 1) состояние равновесия (стационарного или динамического — кейнсианский крест равенства сбережений и инвестиций, точка сходимости паутинообразной модели ценообразования и т.д.); 2) постоянные темпы роста (устойчивый рост в модели Харрода–Домара); 3) принадлежность к некоторой заданной эталонной области (Z-модель Альтмана, модели CART, различные методы интервального финансового анализа, в частности — методики научно-консультативной фирмы ИНЭК, В. Кромонова и др.). В данной работе под *устойчивостью* понимается состояние, характеризующее принадлежность значений экономических показателей к некоторой области эталонных значений. Для МП данная область формируется как пересечение двух событий:

$$U^{\text{уст}} = U^P \cap U^{\exists}, \quad (1)$$

где U^P — удовлетворительные темпы роста (малая система должна расти); $U^{\exists}$ — необходимый уровень показателей эффективности функционирования (малая система должна поддерживать свой воспроизводственный потенциал в условиях рыночной конкуренции).

При формировании показателей устойчивости МП необходимо учитывать его атрибутивные свойства, а именно: 1) институциональные ограничения на масштаб производственно-хозяйственной деятельности МП, превышение которых выводит его за пределы МБ¹; 2) высокую адаптивность к спросу, способность гибко реагировать на рыночную конъюнктуру, переключаясь

¹ Постановление Правительства РФ от 04.04.2016 № 265 «О предельных значениях дохода, полученного от осуществления предпринимательской деятельности, для каждой категории субъектов малого и среднего предпринимательства».

в короткие сроки на более перспективные сегменты рынка, что позволяет МП поддерживать неубывающие темпы роста объемов производства; 3) низкую адаптивность к экстерналиям рынка (форс-мажорам, негативным шокowym воздействиям), что обусловлено относительно небольшим компенсаторным потенциалом для покрытия ущербов, ввиду небольшого размера прибыли и уставного капитала. Данная особенность МП является одной из причин их банкротства и короткого жизненного цикла.

Таким образом, устойчивое развитие МП предполагает способность его как системы, во-первых, противостоять внешним возмущающим воздействиям и обеспечивать постоянные темпы роста; во-вторых, сохранять целостность своей структуры при внешних и внутренних воздействиях путем более эффективной рекомбинации ресурсов или замены или дублирования ее отдельных элементов. Если первая характеристика устойчивости МП соотносится главным образом со свойством его *гибкости* (приспособляемости к рынку) и способностью расти, то вторая — со свойством *надежности* (способности быть помехоустойчивым в смысле сохранения воспроизводственного цикла, его составных элементов и взаимосвязей между ними). Для оценки устойчивости деятельности МП в работе предложен показатель

$$U(t) = \begin{cases} 1, & \text{если } \begin{cases} (P_t - P_{t-1}) / P_t \geq 0, & P_t \leq V; \\ (P_t - P_{t-1}) / P_t < 0, & S_t^\Theta \in \Theta; \end{cases} \\ 0 & \text{— в остальных случаях,} \end{cases} \quad (2)$$

где $U(t)$ — булева функция, принимающая значение 1 (устойчивость) и 0 (неустойчивость); $(P_t - P_{t-1}) / P_t$ — приростные темпы роста МП в выпуске и реализации продукции P_t для периода t , $t \in [0, T]$, где t — год, T — горизонт планирования; V — предельная величина годового выпуска, определяющая институциональное ограничение на размер МП; S_t^Θ — множество значений экономических показателей, характеризующих деятельность МП в период t ; Θ — множество эталонных значений деятельности МП, обеспечивающих сохранение структуры и его воспроизводственного цикла.

Соотношение (2) интерпретируется следующим образом. При положительной динамике состояние МП считается устойчивым; в противном случае требуется качественный анализ ситуации. Если отсутствие роста обусловлено факторами внутреннего развития (реструктуризацией, модернизацией оборудования и т.д.), но при этом важные экономические показатели текущего развития S_t^Θ принадлежат некоторому известному множеству их эталонных значений Θ , то *система тоже считается устойчивой*. Случай $(P_t - P_{t-1}) / P_t = 0$ при $S_t^\Theta \in \Theta$ характеризует ситуацию устойчивого функционирования в частном случае отсутствия роста МП. При отрицательных темпах роста, сопровождающихся снижением эффективности и качества ($S_t^\Theta \notin \Theta$), развитие МП неустойчиво ($U(t) = 0$).

Функция $U(t)$ не определена при одновременном наступлении двух событий — положительные темпы роста наблюдаются при неудовлетворительных экономических показателях

$$((P_t - P_{t-1}) / P_t \geq 0 \cap S_t^\Theta \notin \Theta). \quad (3)$$

Такое положение соответствует ситуации неопределенности, когда МП балансирует между устойчивым и неустойчивым развитием. Данная ситуация разрешается на дальнейших временных циклах $t = 1, \dots, T$: развитие МП становится либо устойчивым (если показатель S_t^Θ на новом временном цикле соответствует эталонным значениям Θ), либо неустойчивым (в противном случае). Именно поэтому для разрешения неопределенности индикатор (2) должен быть дополнен экономико-математическим инструментарием, позволяющим прогнозировать деятельность МП. В качестве такого инструментария далее в работе использована имитационная модель SE (Small Enterprise).

3. ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ МАЛОГО ПРЕДПРИЯТИЯ SE И ДЕНДРОГРАММА ЕЕ МОДИФИКАЦИЙ

Модель SE получена как результат адаптации имитационной модели E (Enterprise) к особенностям функционирования МП, в частности — наличию институциональных ограничений на масштаб их деятельности (по объемам выпуска и численности персонала). Модель E позволяет рассчитать динамику агрегированных показателей предприятия за определенный период времени (год, квартал, месяц) и предназначена для широкого спектра задач стратегического планирования на микроуровне

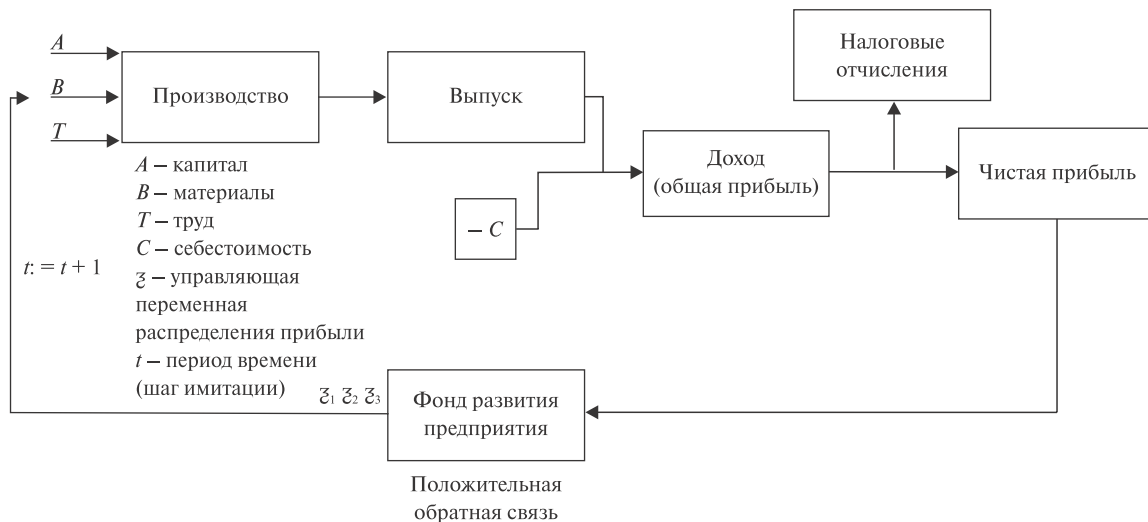


Рис. 1. Концептуальная схема модели SE в базовом варианте

(Багриновский, Егорова, 1973). Ввиду относительной простоты модели Е ее наиболее целесообразно применять для экономических объектов, имеющих относительно несложную структуру, с небольшим числом взаимосвязей между составляющими их переменными, к числу которых относятся МП.

Концептуальная схема модели SE приведена на рис. 1, где производственная деятельность экономического субъекта схематически отражена в виде блока производства, представленного функцией типа Р. Стоуна, базирующегося на принципе взаимной дополняемости производственных факторов. Считается, что развитие МП осуществляется за счет чистой прибыли, формирующейся после уплаты налогов и направляемой в фонд его развития, который распределяется далее на прирост основных производственных факторов — основных фондов, сырья и материалов, трудовых ресурсов.

Базовый вариант модели SE состоит из системы рекуррентных соотношений (4), описывающих (при выполнении гипотез монопродуктовости и неизменности применяемой технологии) динамику развития МП в зависимости от воздействий внешней среды и внутренних управляющих параметров, значения которых выбирает руководство фирмы — лицо, принимающее решения (ЛПР):

$$\begin{aligned}
 P'_t &= \min \left\{ \frac{A_t}{a}; \frac{B_t}{b}; \frac{T_t}{\theta}; \frac{V}{q} \right\}; \\
 C_t &= (a + b + \theta + s)P'_t; \quad M_t^{\text{общ}} = \min(qP'_t Q_t) - C_t; \quad M_t^P = M_t^{\text{общ}}(1 - N); \\
 \Delta A_t &= \xi_{1t} M_t^{\text{общ}}; \quad \Delta B_t = \xi_{2t} M_t^{\text{общ}}; \quad \Delta T_t = \xi_{3t} M_t^P; \quad \xi_{1t} + \xi_{2t} + \xi_{3t} \leq 1; \\
 A_{t+1} &= A_t + \Delta A_t, \quad B_{t+1} = B_t + \Delta B_t; \quad T_{t+1} = \begin{cases} T_t + \Delta T_t & \text{при } T_{t+1} < \omega n; \\ \omega n & \text{при } T_{t+1} \geq \omega n, \end{cases}
 \end{aligned} \tag{4}$$

где t — период, $t \in [0, T]$, T — горизонт планирования; P'_t — выпуск продукции в натуральном выражении; V — институциональное ограничение на объем выпуска продукции; A_t , B_t , T_t — производственные факторы (капитал, материалы, труд) в стоимостном выражении; a , b , θ — нормы затрат на единицу выпуска P' (в руб. на единицу произведенной продукции); n — институциональное ограничение на привлекаемые трудовые ресурсы (число используемых работников); ω — средняя заработная плата одного работника; C_t — себестоимость в стоимостном выражении; s — прочие затраты в стоимостном выражении, которые в целях упрощения здесь считаются пропорциональными выпуску; $M_t^{\text{общ}}$ и M_t^P — общая и расчетная прибыль в стоимостном выражении соответственно; q — цена единицы выпуска продукции; Q_t — спрос на продукцию в стоимостном выражении; N — интегральная ставка налога на прибыль (в %); ξ_1 , ξ_2 , $\xi_3 \geq 0$ — доли чистой прибыли, направляемой на увеличение стоимости соответствующих производственных факторов, в том числе на прирост (стоимости основных производственных фондов ξ_1 ; сырья и материалов ξ_2 ; фонда

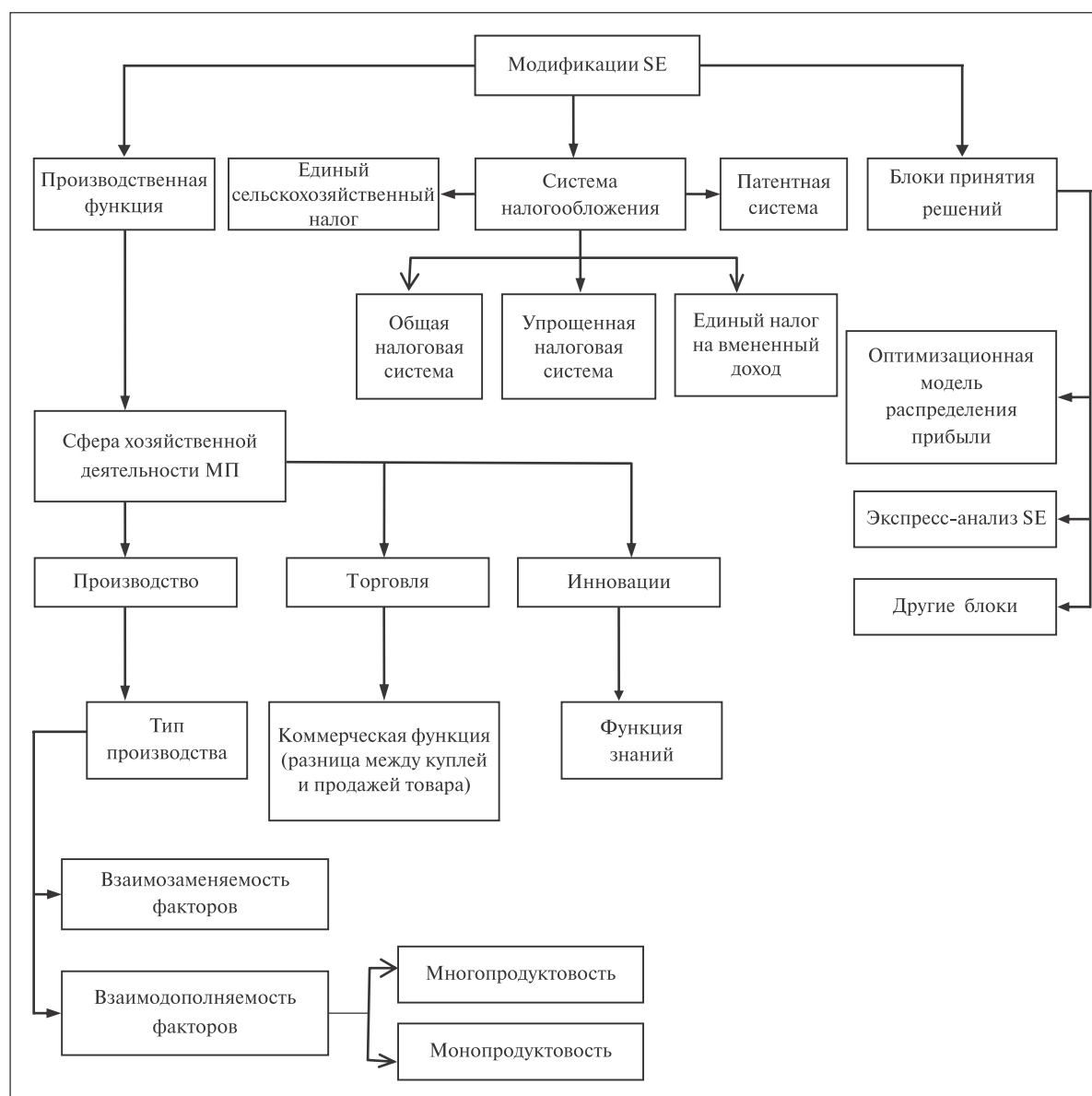


Рис. 2. Дендрограмма модификаций модели SE ($S^Э$ — экспресс-анализ экономических показателей)

заработной платы ξ_3), при этом $0 \leq \xi_1, \xi_2, \xi_3$; $\xi_1 + \xi_2 + \xi_3 \leq 1$. В случае $\xi_1 + \xi_2 + \xi_3 < 1$ в модели предусматриваются отчисления в резервный фонд, при $\xi_1 + \xi_2 + \xi_3 = 1$ — вся чистая прибыль расходуется на прирост производственных факторов.

Расчет по модели SE представляет собой цепочку последовательных вычислений по каждому уравнению, при этом A_{t+1} , B_{t+1} , T_{t+1} — новые значения производственных факторов следующего временного периода, P'_{t+1} и M^P_{t+1} — выходные показатели, определяющие динамику развития МП и используемые для анализа устойчивости его деятельности. Ввиду того что модель SE уже содержит институциональные ограничения на масштаб деятельности МП, для диагностики его состояния, проводимого на базе модельных расчетов, может быть применен упрощенный индикатор устойчивости $\tilde{U}(t)$, исключая условие $P_t = qP'_t \leq V_t$.

Рассмотренная выше базовая модель SE является основой для различных модификаций моделей МП путем адаптации ее как к конкретным задачам стратегического планирования, так и к специфике производственно-хозяйственных условий функционирования малой фирмы. Представленная на рис. 2 древовидная схема (дендрограмма) является теоретико-методологической основой

для моделирования субъектов МБ в широком диапазоне их производственно-организационной специфики, а также с учетом различных задач стратегического планирования их развития.

Математическая структура базовой модели SE. При формировании соответствующего варианта модификации модели SE осуществляется выбор следующих альтернатив: 1) вид и тип производственной функции, отвечающей либо сфере хозяйственной деятельности (производство, торговля, сектор услуг или инноваций), либо специфике производства (взаимодополняемость или взаимозаменяемость факторов); 2) вид налоговой системы; 3) условия привлечения кредита; 4) выбор кооперационной стратегии и т.д.²

Еще одно направление — использование блоков, содержащих алгоритмы различных процедур интерактивных взаимодействий ЛПР — ЭВМ и принятие на их основе управленческих решений, наиболее важные из которых рассмотрены далее.

4. ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕДУРЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ SE

Модель SE содержит комплекс узловых точек, в которых ЛПР осуществляет интерактивное взаимодействие с ЭВМ и принимает управленческие решения. Реализация этих решений осуществляется: а) эвристическим способом (на основе опыта, интуиции, новых знаний и т.д.) с последующей оценкой полученных по модели результатов расчетов и повторением этого процесса при необходимости; б) на основе специализированных алгоритмов поддержки управленческих решений, что облегчает работу ЛПР.

К числу основных процедур принятия решений при моделировании деятельности МП относится оптимизация распределения прибыли и экспресс-анализ экономических показателей. Данные процедуры считаются основными, поскольку не зависят от специфики производственно-организационного функционирования малой фирмы и могут применяться для любой модификации модели SE.

4.1. Оптимизационная модель распределения прибыли МП

Данная модель используется как инструмент поддержки принятия решения руководством малой фирмы о рациональном распределении имеющихся финансовых ресурсов. Решением модели являются значения переменных ξ_1, ξ_2, ξ_3 , они же представляют собой управляющие параметры модели SE. При этом необходимость прямого перебора данных параметров у ЛПР отпадает.

Далее мы приводим пример формулировки оптимизационной модели (далее — ОМ), использующей основные соотношения модели SE и включающей производственную функцию типа Р. Стоуна. По определению минимума из соотношения (4) следует система неравенств:

$$\begin{cases} aP_t \leq A_t; \\ bP_t \leq B_t; \\ \theta P_t \leq T_t. \end{cases} \quad (5)$$

Переменные $A_{t+1}, B_{t+1}, T_{t+1}$ определяются аналогичной системой неравенств, но для периода $t+1$:

$$\begin{cases} aP'_{t+1} \leq A_{t+1}; \\ bP'_{t+1} \leq B_{t+1}; \\ \theta P'_{t+1} \leq T_{t+1}. \end{cases} \quad (6)$$

С учетом условия распределения расчетной прибыли $M_t^{\text{общ}}$ и соотношения динамики производственных факторов система (5) преобразуется к виду:

$$\begin{cases} aP'_{t+1} \leq A_t + \xi_1 M_t^{\text{общ}}; \\ bP'_{t+1} \leq B_t + \xi_2 M_t^{\text{общ}}; \\ \theta P'_{t+1} \leq T_t + \xi_3 M_t^{\text{общ}}. \end{cases} \quad (7)$$

² Более детально модификации модели SE описаны в работе (Егорова, Ахметшин, 2019).

Перенос влево неизвестных величин ξ_1, ξ_2, ξ_3 с известным (рассчитанным ранее) значением $M_t^{\text{общ}}$ дает систему линейных уравнений относительно неизвестных $P'_{t+1}, \xi_1, \xi_2, \xi_3$. Дополнение системы (6) критерием максимума выпуска продукции следующего периода приводит к стандартной модели линейного программирования:

$$\begin{aligned} aP'_{t+1} - \xi_1 M_t^{\text{общ}} &\leq A_t; \quad bP'_{t+1} - \xi_2 M_t^{\text{общ}} \leq B_t; \\ \theta P'_{t+1} - \xi_3 M_t^{\text{общ}} &\leq T_t; \quad P'_{t+1}, \xi_1, \xi_2, \xi_3 \geq 0; \\ \max P'_{t+1}. \end{aligned} \quad (8)$$

Поскольку выпуск продукции P'_t в данной модели линейно связан с величиной прибыли $M_t^{\text{общ}}$ (в простейшем случае отсутствия ограничений по спросу $Q_t \geq q P'_t$ и масштабу V_t), то задача (7) обеспечивает не только максимум P'_{t+1} , но и максимум общей прибыли $M_t^{\text{общ}}$ в следующем $(t+1)$ периоде. Модель (8) может быть целочисленной. В систему неравенств (7) может быть также введено условие на спрос

$$qP'_{t+1} < Q_{t+1}, \quad (9)$$

где Q_{t+1} — известная переменная, полученная в результате прогнозирования спроса, а также институциональные ограничения на масштаб деятельности МП.

4.2. Процедура экспресс-анализа

Данная процедура предназначена для оценки экономической деятельности МП. Существует широкий спектр методик финансового анализа, с помощью которых оценивается эффективность и устойчивость функционирования микроэкономических объектов. Однако они, как правило, достаточно сложны и требуют специальных исследований (Капанадзе, 2011). В то же время малые фирмы являются, во-первых, достаточно простыми экономическими объектами, не требующими детальных исследований для оценки их состояния, а во-вторых, как правило, не обладают возможностями для проведения полномасштабного финансового анализа. Для них более важен другой аспект — быстрота и скорость принятия решения, поскольку именно фактор мобильности в значительной степени определяет успешность их деятельности. Поэтому для объективной оценки результатов деятельности МП и выявления имеющихся проблем достаточно ограничиться небольшим набором показателей, образующих блок экспресс-анализа $S^{\exists}$.

Состав экономических показателей, применяемых в $S^{\exists}$ -анализе, обоснован результатами обширного исследования малого и среднего бизнеса России (с охватом всех федеральных округов), сделанного в 2014–2016 гг. Е.В. Николаевой и Д.А. Плетневым (Николаева, Плетнев, 2016). По результатам исследования, проведенного этими авторами с использованием методов корреляционно-регрессионного анализа, успешное развитие МП статистически связано с двумя агрегированными показателями: темпом роста выручки и рентабельностью продаж, а те, в свою очередь, статистически зависят (имеют более высокие коэффициенты корреляции) от таких более детализированных показателей финансового анализа, как средние сроки оборота дебиторской задолженности — Z_1 и оборота запасов — Z_2 ; удельный вес собственного капитала (коэффициент автономии) фирмы — Z_3 ; коэффициент покрытия процентных выплат (если имеется кредит) — Z_4 . Поскольку эти показатели важны для анализа деятельности МП и в указанном смысле доминируют над другими экономическими показателями, именно они включены в блок $S^{\exists}$ -анализа устойчивости модели SE. Данный набор может быть дополнен экономическим показателем, характеризующим соотношение выпуска и спроса, имеющимся на локальном рынке — Z_0 , поскольку спрос является существенно важным для функционирования МП. Итоговый вектор показателей $S^{\exists}$ -анализа состоит из пяти компонент $\vec{Z} = (Z_0, Z_1, \dots, Z_4)$ и определяется для конкретного временного интервала t .

Процедура $S^{\exists}$ -анализа основана на следующих предположениях.

Предположение А. Область устойчивого развития МП определяется интервалом значений экономических показателей $Z_1, \dots, Z_4$, который формируется с учетом рассматриваемой сферы деятельности малой фирмы. При этом верхняя граница определяется как среднее величин по первому (наилучшему) децилю; нижняя — по их среднеотраслевым значениям. Таким образом, чем ближе значение фактических показателей МП к верхней границе этого интервала, тем более гарантированным является устойчивое развитие анализируемого предприятия. Для простоты (или в тех

случаях, когда данные по верхней границе отсутствуют) целесообразно использовать открытый интервал с наличием только лишь нижней границы, в качестве которой выступают среднеотраслевые величины $Z_1, \dots, Z_4$. Считается, что достижение этих значений позволяет МП успешно конкурировать с другими малыми фирмами. Тогда если по всем компонентам вектор $\bar{Z}$ не хуже $\bar{Z}^{\text{ЭТ}}$, развитие МП считается устойчивым. В противном случае принимается стратегическое решение, улучшающее эти показатели в следующем периоде времени.

Предположение Б. Выбор эталонного значения показателя $Z_{\text{отн}}$ (отношение выпуска к спросу) также зависит от сферы деятельности МП. Так, ситуация $Z_{\text{отн}}^{\text{ЭТ}} < 1$ для производственных малых фирм свидетельствует о том, что рыночная ниша выбрана правильно и имеется потенциал роста выпуска продукции. При производстве товара, не подлежащего хранению, необходимо точное выполнение заказа, поэтому $Z_{\text{отн}}^{\text{ЭТ}} = 1$. Для инновационно ориентированного предприятия спрос обычно формируется предложением нового продукта, поэтому типичной ситуацией является $Z_{\text{отн}}^{\text{ЭТ}} > 1$.

Обратная связь (как реакция руководства МП на результаты $S^{\text{Э}}$ -анализа) формируется на основе следующих посылок.

1. Предполагается, что в арсенале руководства МП имеется набор стратегий, реализация которых позволяет руководству МП улучшить показатели Z_i ($i = 0, \dots, 4$). К их числу относятся:

- расширение спроса (поиск новых рынков, изменение дислокации, перепрофилирование на модифицированный продукт и т.д.), что увеличивает объем реализации и повышает значение $Z_{\text{отн}}$ и Z_1 ;
- совершенствование маркетинга, логистики и условий реализации продукции снижает сроки оборота дебиторской задолженности и оборота запасов, что улучшает показатели Z_1 и Z_2 ;
- изменение кредитных условий улучшает показатели автономии Z_3 и покрытия процентных выплат Z_4 (используется в случае привлечения кредита).

Особые стратегии: 1) инерционная (status quo) может быть выбрана в случае принадлежности индикаторов $S^{\text{Э}}$ -анализа эталонной области; 2) институционально-трансформационная выбирается при нарушении институционального ограничения. При этом МП трансформируется либо в среднее или крупное предприятие, либо дезинтегрируется в сеть более мелких МП.

2. Считается, что рассмотренные стратегии не требуют существенных инвестиций, что подтверждается практикой ведения малого бизнеса. Возможности инвестирования у малых фирм незначительны и ограничены личными сбережениями собственника МП. Большая часть принимаемых им решений — результат собственных усилий, направленных на улучшение хозяйственной деятельности. Например, расширение рынка или снижение сроков дебиторской задолженности могут быть достигнуты путем его личных контактов с новым покупателем продукции, найденным в сети Интернет:

$$\tilde{Q}_{t+1} = Q_{t+1} + \Delta Q_t^{\text{Э}}, \quad (10)$$

$$\tilde{P}'_{t+1} = R_1^{\text{Э}} P'_{t+1}, \quad (11)$$

$$\tilde{C}_{t+1} = R_2^{\text{Э}} C_{t+1} - \Delta \mu^{\text{Э}}, \quad (12)$$

$$\Delta Q_t^{\text{Э}} \geq 0, R_1^{\text{Э}} \geq 1, R_1 \geq 1, R_2^{\text{Э}} \leq 1, \Delta \mu^{\text{Э}} \geq 0. \quad (13)$$

Здесь $\Delta Q_t^{\text{Э}}$, $R_1^{\text{Э}}$, $R_2^{\text{Э}}$, $\Delta \mu^{\text{Э}}$ — корректирующие коэффициенты и переменные, полученные в результате экспертной оценки возможностей улучшения состояния МП в результате выбора соответствующей стратегии; $\tilde{Q}_{t+1}$, $\tilde{P}'_{t+1}$, $\tilde{C}_{t+1}$ — скорректированные значения соответствующих переменных модели SE для периода $t+1$. Соотношения (10)–(13) дополняют уравнения модели SE и представляют собой формализацию обратных связей — как реакцию ЛПР на результаты $S^{\text{Э}}$ -анализа, проведенного в период t . Это позволяет включить блок $S^{\text{Э}}$ -анализа в математическую структуру модифицированной модели SE и учесть эффект реализации новых стратегий на развитие МП.

5. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РАСЧЕТЫ ПО АНАЛИЗУ УСТОЙЧИВОСТИ РАЗВИТИЯ МАЛЫХ ФИРМ

Исследование устойчивости развития объектов МБ проведено для двух МП различного типа: одно из них является производственным (изготовление комплектующих изделий для мебели, ООО НПК «Белая бабочка»), другое — непроизводственным (НИР и консультационные услуги в сфере IT-технологий, ООО «Термика-2000»). Расчеты осуществлялись с использованием соответствующих модификаций модели SE; период моделирования — год; горизонт прогнозирования — четыре года. Для малой фирмы «Белая бабочка» применялась модификация модели SE, включающая производственную функцию типа Р. Стоуна, параметры которой приближенно определены по данным бухгалтерских балансов. Для МП «Термика-2000» — модификация модели SE, включающая функцию знаний (ФЗ) типа Грилихеса–Пейкса (Griliches, Pakes, 1984), полученную с учетом специфики ее деятельности и также базирующуюся на ее отчетных данных. Согласно Грилихесу–Пейксу ФЗ имеет вид:

$$KPF = \bar{\xi}_1 f_1(R) + \bar{\xi}_2 f_2(\bar{x}) + \varepsilon, \quad (14)$$

где KPF — эмпирическая ФЗ (knowledge production function), измеряемая паллиативным индикатором (чаще всего — числом патентов), $f_1(R)$ — функция произведенного знания в зависимости от вектора объясняющих переменных; $f_2(\bar{x})$ — производственная функция от материальных факторов производства (вектор $\bar{x}$); $\bar{\xi}_1$ и $\bar{\xi}_2$ — статистические параметры; ε — ошибка моделирования. В случае если вклад материальных факторов в результаты деятельности фирмы пренебрежимо мал, то $\bar{\xi}_2 = 0$ и вид KPF упрощается. Упрощенный вид KPF характерен для многих МП, функционирующих в сфере IT-технологий, в том числе и для малой фирмы «Термика-2000», являющейся их типичным представителем.

В отличие от классического варианта ФЗ, разработанного ранее вышеупомянутыми авторами для крупных предприятий и отражающего связь между числом патентов и затратами на научные исследования (research and development, R&D)³, зависимость, полученная для рассматриваемой малой фирмы, устанавливает связь между выпуском патентов и величиной оплаты труда ее сотрудников:

$$Y = 0,4189x + 4,8209, \quad (15)$$

где x — затраты на оплату труда работников-производителей знаний.

Данная эмпирическая ФЗ оказалась более предпочтительной для изучаемого объекта в сравнении с другими ее версиями, использующими иные объясняющие переменные (основные фонды, стоимость программного обеспечения и т.д.). Иными словами, доминирующим фактором в работе рассматриваемой малой фирмы оказались не инвестиционные затраты R&D, а человеческий капитал. Значения статистических критериев (t-статистика, F-статистика и др.) свидетельствуют о статистической надежности полученной зависимости (табл. 1).

Для экспериментальных расчетов разработано специализированное программное средство SDSE Analytics (Sustainable Development of Small Enterprises Analytics) в среде Visual Studio Express 2015 для Windows Desktop, имеющее встроенную локальную базу данных (с расширением «.mdf»)⁴. Технология реализации разработанного инструментария — Windows Forms; язык программирования — C#.

Таблица 1. Статистическая оценка ФЗ для МП «ТЕРМИКА»

Статистические критерии	Значения	Оценка надежности результатов
Критерий Стьюдента	3,709 > 3,182	+
Критерий Фишера	13758 > 10,1	+
Ошибка аппроксимации	0,12	+
Коэффициент детерминации	0,821	+
Среднеквадратичное отклонение	0,3	+

³ Классическая ФЗ получена для крупных предприятий обрабатывающей промышленности США (Griliches, Pakes, 1984).

⁴ Программное средство разработано А.Ф. Ахметшиным (Егорова, Ахметшин, 2019).

Таблица 2. Индекс устойчивости МП: результаты расчетов по модификациям модели SE и экономические показатели $S^{\exists}$ -анализа

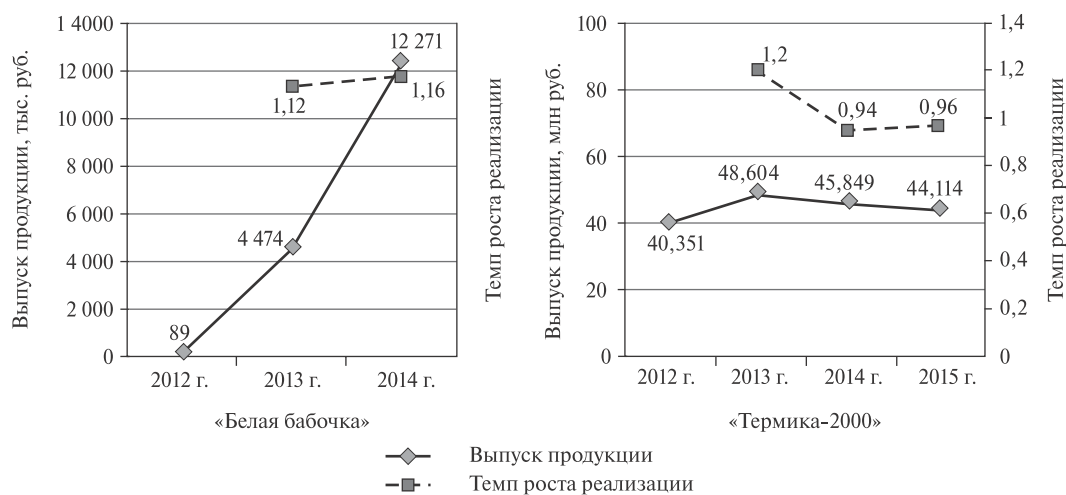
Индикатор	«Белая бабочка»			«Термика-2000»				
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Выпуск продукции qP_t' , тыс. руб.	89	4474	12271	40351	48604	45849	44114	45259
Спрос Q_t' , тыс. руб.	73	82	95	196000	215000	229000	243000	257000
Индекс прироста реализованной продукции	—	0,12	0,16	—	0,2	−0,06	−0,04	0,02
Себестоимость C_t , тыс. руб.	829,7	6293,49	13364,512	7904	8389	11035	10300	8030
Чистая прибыль, M_t , тыс. руб.	−91	−122	−214	6476	19610	17267	9231	4513
Соответствие эталонным значениям $\exists$	$S_t^{\exists} \notin \exists$	$S_t^{\exists} \notin \exists$	$S_t^{\exists} \notin \exists$	$S_t^{\exists} \notin \exists$	$S_t^{\exists} \notin \exists$	$S_t^{\exists} \notin \exists$	$S_t^{\exists} \notin \exists$	$S_t^{\exists} \notin \exists$
Индекс устойчивости, $U(t)$	0	0	0	0	0	0	0	1

Результаты расчетов, представленные на рис. 3 и в табл. 2, свидетельствуют о том, что рассматриваемые предприятия находятся в неустойчивом состоянии. При этом положение у «Белой бабочки» существенно хуже, чем у «Термики-2000», находящейся гораздо ближе к нижней границе устойчивости. Ввиду того что спрос на продукцию фирмы «Белая бабочка» недостаточен, она не может покрыть произведенные затраты и в 2012–2014 гг. становится убыточной, что подтверждается отрицательными показателями чистой прибыли.

Для МП сформулированы рекомендации для принятия стратегических решений, базирующихся на результатах $S^{\exists}$ -анализа и повышающих устойчивость их функционирования.

Для «Белой бабочки» основные рекомендации состояли в срочном изменении ассортиментной политики на базе проведения маркетинговых исследований, а также в изыскании возможностей улучшения условий реализации продукции. Для «Термики-2000» актуальными также являлись вопросы реализации произведенной продукции, но они не были так остры, как для «Белой бабочки». Предприятиям была рекомендована корректировка политики ценообразования (в целях стимулирования спроса), а также контроль над затратами. Тяжелым грузом для обоих МП были взятые кредиты, ухудшавшие их финансовое состояние.

«Белой бабочке» не удалось воплотить рекомендуемые стратегии, вследствие чего в 2015 г. руководство фирмы приняло решение о приостановке деятельности. Кардинальная причина неудачного функционирования «Белой бабочки» состояла в том, что руководство фирмы изначально неправильно выбрало рыночную нишу, не обеспечивающую достаточного спроса на производимую продукцию. Усилия фирмы «Термика-2000» оказались более продуктивными: значительное снижение выручки было приостановлено и ее положение стало более устойчивым.

**Рис. 3.** Анализ устойчивости МП по показателям объема выпускаемой продукции и темпам роста реализации

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная в статье имитационная модель малой фирмы SE позволяет более глубоко проводить анализ устойчивости функционирования МП с учетом динамического аспекта и потенциала его развития. В отличие от разработанной ранее модели Е она учитывает институциональные ограничения на объем выпуска и привлекаемую рабочую силу, а также содержит блоки экспресс-анализа основных экономических показателей и оптимизации прибыли. Это позволило развить методы имитационного моделирования не только путем адаптации к специфике деятельности малых фирм, но и осуществить их синтез с инструментарием принятия ЛПР оперативных решений, учитывающих воздействия внешней среды на экономическое состояние МП.

Разработанная дендрограмма модификаций модели SE охватывает широкий спектр задач стратегического планирования малых фирм, функционирующих в различных сферах деятельности. Впервые сформулирована модификация модели SE, предназначенная для инновационного МП и включающая функцию знаний типа Грилихеса–Пейкса, полученную с помощью методов регрессионного анализа. В отличие от классического варианта функции знаний, разработанной для крупных инновационных предприятий, предложенная модификация устанавливает связь произведенных знаний не с затратами на научные исследования, а с затратами на человеческий капитал.

Проведенные для конкретных малых фирм расчеты подтверждают широкие возможности применения разработанного экономико-математического инструментария для различных объектов МБ. Показано, что использование относительно простых моделей (модели SE и ее модификаций) позволяет оперативно осуществлять анализ устойчивости малой фирмы и принимать решения, направленные на совершенствование ее хозяйственной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Багриновский К.А., Егорова Н.Е. (1973). Расчет вариантов развития хозрасчетного промышленного предприятия // *Экономика и математические методы*. Т. IX. Вып. 4. С. 725–733. [Bagrinovsky K.A., Egorova N.E. (1973). Calculation of development options for a self-supporting industrial enterprise. *Economics and Mathematical Methods*, 9, 4, 725–733 (in Russian).]
- Блинов А.О., Шапкин И.Н. (2009). Малое предпринимательство: теория и практика. М.: Дашков и К. [Blinov A.O., Shapkin I.N. (2009). *Small business: Theory and practice*. Moscow: Dashkov and Co (in Russian).]
- Бухвальд Е.М., Виленский А.В. (1999). Российская модель взаимодействия малого и крупного предпринимательства // *Вопросы экономики*. № 12. С. 71. [Buchwald E.M., Vilensky A.V. (1999). The Russian model of the interaction of small and large business. *Voprosy Ekonomiki*, 12, 71 (in Russian).]
- Егорова Н.Е., Ахметшин А.Ф. (2019). Имитационные модели устойчивого развития малых предприятий. М.: ЦЭМИ РАН. [Egorova N.E., Akhmetshin A.F. (2019). *Simulation models of sustainable development of small enterprises*. Moscow: CEMI RAS (in Russian).]
- Егорова Н.Е., Майн Е.Р. (1997). Малый бизнес в России: экономический анализ и моделирование. М.: ЦЭМИ РАН. [Egorova N.E., Main E.R. (1997). *Small business in Russia: Economic analysis and modeling*. Moscow: CEMI RAS (in Russian).]
- Егорова Н.Е., Маренный М.А. (2004). Малые предприятия: предпринимательские стратегии и кооперация. М.: Спутник+. [Egorova N.E., Marennny M.A. (2004). *Small enterprises: Entrepreneurial strategies and cooperation*. Moscow: Sputnik+ (in Russian).]
- Капанадзе Г.Д. (2011). Оценка финансовой устойчивости: методы и проблемы их применения // *Российское предпринимательство*. Т. 14. № 4. С. 52–58. [Kapanadze G.D. (2013). Assessment of financial stability: Methods and problems of their application. *Rossiyskoye Predprinimatel'stvo*, 14, 4, 52–58 (in Russian).]
- Николаева Е.В., Плетнев Д.А. (2016). Внутренние экономические факторы успешности малых и средних предприятий: анализ по федеральным округам России // *Экономическая наука современной России*. № 2 (73). С. 77–88. [Nikolaeva E.V., Pletnev D.A. (2016). Internal economic factors of success of small and medium enterprises: analysis of the federal districts of Russia. *Economics of Contemporary Russia*, 2 (73), 77–88 (in Russian).]
- Орлов А.И. (2015). О некоторых подходах к экономико-математическому моделированию малого бизнеса // *Политематический сетевой электронный журнал КубГАУ*. № 108. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/04/pdf/20.pdf> [Orlov A.I. (2015). On some approaches to economic and mathematical modeling of small business. *Scientific Journal of KubSAU*, 108. Available at: <http://ej.kubagro.ru/2015/04/pdf/20.pdf> (in Russian).]
- Тахтамиров М.Р., Колаева З.З. (2015). Уровень развития малого бизнеса в России в сравнении с развитыми странами // *Современные научные исследования и инновации*. № 10. С. 215–219. [Takhtamirov M.R.,

- Kolaeva Z.Z.** (2015). The level of development of small business in Russia in comparison with developed countries. *Modern Scientific Researches and Innovations*, 10, 215–219 (in Russian).]
- Тореев В.Б.** (2008). Барьеры на пути малого бизнеса // *Экономическая наука современной России*. № 4. С. 76–86. [Toreev V.B. (2008). Barriers to small business. *Economics of Contemporary Russia*, 4, 76–86 (in Russian).]
- Чепуренко А.Ю.** (2017). Совмещая универсальные концепции с национальной спецификой: поддержка малого и среднего предпринимательства // *Вопросы государственного и муниципального управления*. № 1. С. 7–30. [Chepurenko A. Yu. (2017). Combining universal concepts with national specifics: Support for small and medium-sized enterprises. *Public Administration Issues*, 1, 7–30 (in Russian).]
- Штыкина А.** (2014). Бизнес живет три года // *РБК*. № 008 (1783). [Shtykina A. (2014). Business has been living for three years. *RBC*, 008 (1783) (in Russian).]
- Griliches Z., Pakes F.** (1984). Patents and R&D at the firm level: A first look. In: *R&D, Patents, and Productivity*. Chicago: University of Chicago-Press.
- Poutziouris P., Michaelas N., Chitenden F.** et al. (2000). *The financial structure, behavior and performance of SME: Family and private companies*. Manchester: Small Business and Enterprise Development Conference. April.
- Storey D.J.** (1994). *Understanding the small business Sector*. N.Y.: Thomson Learning.

Models and methods for analysis of small enterprises' sustainable development

© 2020 N.E. Egorova

N.E. Egorova,

Central Economics and Mathematics Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;

e-mail: nyegorova@mail.ru

Received 15.11.2019

Abstract. The paper presents system analysis of exiting concepts and approaches to the sustainability of economic objects. The basis of the application of dynamic computer simulation models for analyzing the sustainability of small enterprises is done. Defined a concept of sustainability for small enterprises, according to which, small enterprises should have a non-negative growth rate, and must be characterized by a certain set of performance indicators of their work with corresponding values in a given range. Methods for the formulation of a sustainable development strategy for small businesses are proposed, involving the use of decision-making algorithms, such as optimizing the distribution of profits, express analysis of key indicators and so on. The economic-mathematical and software tools are applied to the example of two small firms, one of which focuses on production, the other relates to the provision of IT-services, and runs business in the innovation sector of economy. The modification of computer simulation models for innovation small firm was developed. The modification of model includes the knowledge production function (of the Griliches–Pakes type), that is obtained by using of regression analysis methods.

Keywords: small enterprise, small business, sustainability, development strategy, computer simulation model, optimization of profit distribution, express analysis of indicators, economic indicators, innovation-oriented firm, knowledge function.

JEL Classification: C51, C62, 012.

DOI: 10.31857/S042473880010548-1