

УДК 004.942, 314.382

DOI: 10.22213/2410-9304-2023-2-58-68

Эконометрическое моделирование влияния фактора материнского капитала на уровень рождаемости в регионе

К. В. Кетова, доктор физико-математических наук, профессор,
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, Ижевск, Россия

Д. Д. Вавилова, кандидат технических наук, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, Ижевск, Россия

А. С. Черепанова, магистрант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, Ижевск, Россия

Статья посвящена оценке и моделированию влияния фактора материнского капитала на рождаемость в одном из регионов Российской Федерации – Удмуртской Республике. Информационной базой для исследований послужили официальные статистические данные по комплексу демографических показателей в регионе за период 1990–2021 годы. Был проведен структурно-динамический анализ рождаемости. Рассчитан и проанализирован за рассматриваемый период показатель, отражающий количество рождений, приходящихся на 1000 человек населения, а также на 1000 женщин в детородном возрасте. Построены кривые коэффициентов распределения рождений для социально-экономической системы Удмуртской Республики по возрасту матери в разрезе типа поселения территории. Установлено, что в регионе наблюдаются значительные различия в уровнях рождаемости в городской и сельской местности. Для выявления взаимосвязи между уровнем рождаемости и фактором материнского капитала было проведено эконометрическое моделирование. Эконометрические модели временных рядов построены с введением в них фиктивной бинарной переменной, принимающей значения 0 – до введения материнского капитала, 1 – после введения материнского капитала. Идентифицированы параметры моделей и осуществлена их статистическая проверка на значимость. Исследование выполнено в делении по типу поселения и по возрасту матери. Получено, что фактор материнского капитала оказывает влияние на уровень рождаемости. Так, после введения выплат по программе материнского капитала, которые начались с 2007 года, среднегодовая рождаемость в городе увеличилась на 15,2 %, в селе – на 16,5 %. Результаты эконометрического моделирования в делении по возрасту матери свидетельствуют о повышении количества рождений в расчете на 1000 женщин в детородном возрасте. До введения материнского капитала в расчете на 1000 женщин в детородном возрасте в УР приходилось в среднем 36 детей, после введения – 43 ребенка.

Ключевые слова: уровень рождаемости, коэффициент распределения рождений, материнского капитал, эконометрическая модель, воспроизводство населения.

Введение

Демографическая стабильность является важнейшей задачей для нашей страны. В период напряженной общемировой политической ситуации на первый план в здоровом обществе естественным образом выходят гуманистические посылы. Очевиден приоритет сохранения и приумножения нашего населения.

Рассмотрим такой показатель, как рождаемость в Российской Федерации (РФ). Начиная с 2012 года этот показатель демонстрировал тенденцию к снижению; с 2019 года стабилизировался на более низком уровне.

На уровень рождаемости влияет большое количество факторов. Среди них можно выделить прямые и косвенные [1–3]. Так, прямое влияние оказывают состояние здоровья населения, способность к фертильности, уровень брачности, миграция населения, смертность. Косвенное

влияние связано с личностью, например с уровнем образования, материального благосостояния, психоэмоционального развития. Эти косвенные факторы воздействуют на интенсивность деторождения через систему взаимозависимых явлений [4].

Социально-экономическое развитие общества также определяет уровень рождаемости и его динамику во времени. Нарращение объема и качества производительных сил оказывает влияние на развитие общества и развитие самого человека [5]. Изменяется при этом и роль женщины в семье и социуме, возникает тенденция к снижению рождаемости, которая переходит в закономерность.

В этой ситуации важную роль играют меры государственного регулирования демографических процессов. Существенной мерой в соответствии с государственной политикой РФ ста-

ли выплаты материнского капитала семьям,

Факторы, влияющие на рождаемость, разнообразны и отличаются друг от друга по направлению действия, силе, времени и ряду других характеристик. Математическая оценка этого влияния представляет собой сложную задачу. Детерминанты рождаемости в российских семьях частично исследованы в работах [6–8]. Среди прочих факторов в этих работах исследуется уровень доходов и материального благополучия семей. Тем не менее отдельным образом не выделен фактор материнского капитала, в то время как исследование его влияния позволит оценить эффективность этой меры государственной поддержки для семей. Следует отметить, что в европейских странах такие меры государственной поддержки отсутствуют [9].

Некоторые исследования влияния материнского капитала на рождаемость в РФ представлены в работах [10–12]; в них отражено экспертное мнение специалистов, а также результаты проведения социологических опросов.

Количественная оценка выявления зависимости между показателем рождаемости и программой материнского капитала до настоящего времени проведена не была. Целью настоящего исследования является анализ и оценка степени влияния этой меры поддержки семей с детьми на

в которых появляется ребенок¹.

общий уровень рождаемости, а также на уровень рождаемости в разрезе типа поселения и возраста матери. Исследование выполнено на примере официальных статистических данных по одному из регионов РФ – Удмуртской Республике (УР) за период 1990–2021 годы¹.

Структурно-динамический анализ уровня рождаемости в регионе

Для оценки уровня рождаемости в регионе рассмотрим статистические данные в относительных величинах. Рассчитаем показатель $\delta^i(t)$, отражающий количество рождений, приходящихся на 1000 человек населения:

$$\delta^i(t) = \frac{L^i(t)}{\rho^i(t)} \cdot 1000, \quad (1)$$

где $L^i(t)$ – количество рождений в год t , $\rho^i(t)$ – численность населения в год t . Верхний индекс i обозначает принадлежность к типу поселения и принимает значения $i = 0, 1, 2$. Значение $i = 0$ – регион без деления по типу поселения, $i = 1$ – городской тип, $i = 2$ – сельский тип поселения.

На рис. 1 представлены результаты расчета показателя $\delta^i(t)$ в УР для городского и сельского типа поселения за период 1990–2021 годы.

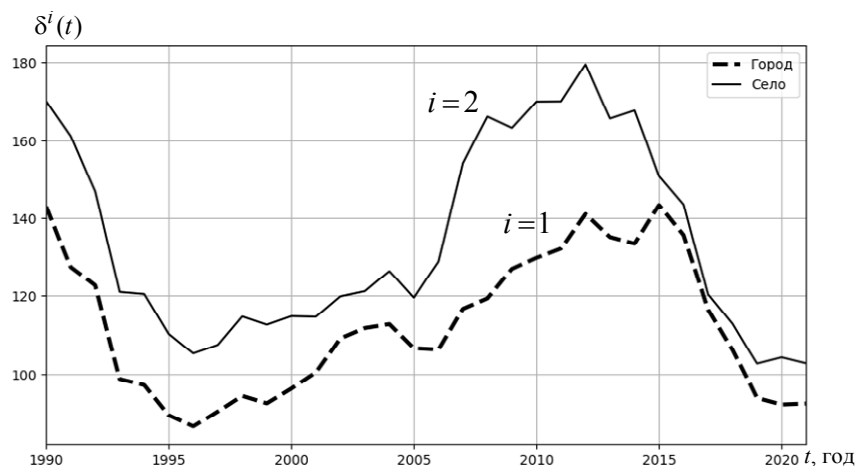


Рис. 1. Динамика показателя рождаемости в УР за период 1990–2021 годы

Fig. 1. The birth rate dynamics of the UR for the period 1990–2021

Анализ графиков (рис. 1) показывает, что в расчете на 1000 человек населения УР количество рождений в сельской местности значительно превышает количество рождений в городской местности. В городах в среднем за период на 1000 человек населения приходится 112 рождений; в селах – 134 рождения. В среднем разница между рождениями по типу поселения за рассматриваемый период составляет по региону

16,1%. Наибольшая разница наблюдалась в 2008 году: на 1000 жителей в городах Удмуртии приходилось 119 рождений, в селах – 166 рождений. В 2021 году, за который имеется статистическая информация по демографическим показателям, в городской местности – 92 рождения; в сельской – 103 рождения на 1000 жителей.

Более точной характеристикой, отражающей активность фертильной группы населения, яв-

ляется коэффициент распределения рождений $\beta(t, \tau)$ по возрасту матери. Это относительный показатель, показывающий количество рождений, приходящихся на женщин в детородном возрасте. Коэффициент распределения рождений для момента времени t и возраста τ определяется по формуле [13]:

$$\beta^i(t, \tau) = \frac{L^i(t, \tau)}{\rho_w^i(t, \tau)}, \quad (2)$$

где $L_{\beta}^i(t, \tau)$ – количество рождений в год t , приходящихся на женщин возраста τ ; $\rho_w^i(t, \tau)$ – численность женщин в детородном возрасте в год t . Верхний индекс также обозначает принадлежность к типу поселения.

На рис. 2 представлены кривые коэффициентов распределения рождений $\beta^0(t, \tau)$ в УР для 1990, 2000, 2010 и 2020 годов, рассчитанные по формуле (2).

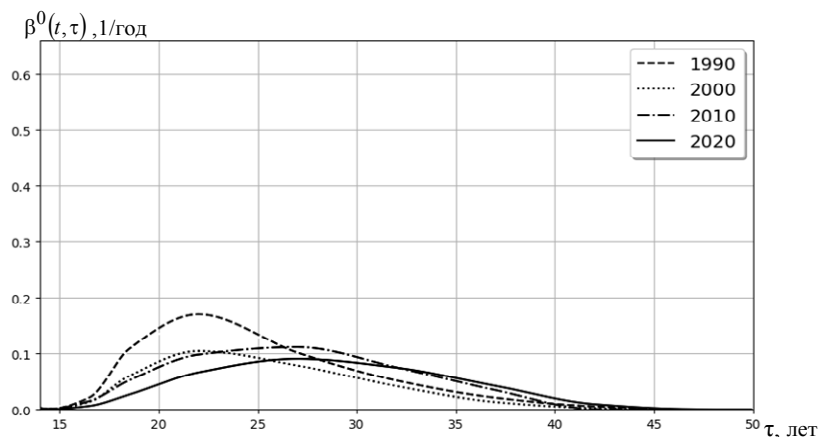


Рис. 2. Коэффициенты распределения рождений для УР за период 1990–2020 годы

Fig. 2. The birth coefficients distribution for the UR for the period 1990–2020

Из графиков распределения рождений (рис. 2) следует, что в целом по УР в 1990 году пик числа рождения детей приходился на женщин в возрасте 21–22 года. Со временем этот пик смещается вправо, в область старших возрастов. В 2020 году наибольшее число рождений приходится на возраст 26–28 лет. На рис. 3 представлены кривые коэффициентов распределения рождений $\beta^1(t, \tau)$ для городских поселений УР за период 1990–2020

годы. Из графиков, представленных на рис. 3, видно, что в УР в 1990 году пик числа рождений детей приходился на женщин в возрасте 17–18 лет и 26–27 лет. В 2020 году – тенденция рождения детей в возрасте 25–30 лет сохраняется.

На рис. 4 представлены кривые коэффициентов распределения рождений $\beta^2(t, \tau)$ для женщин, проживающих в сельской местности.

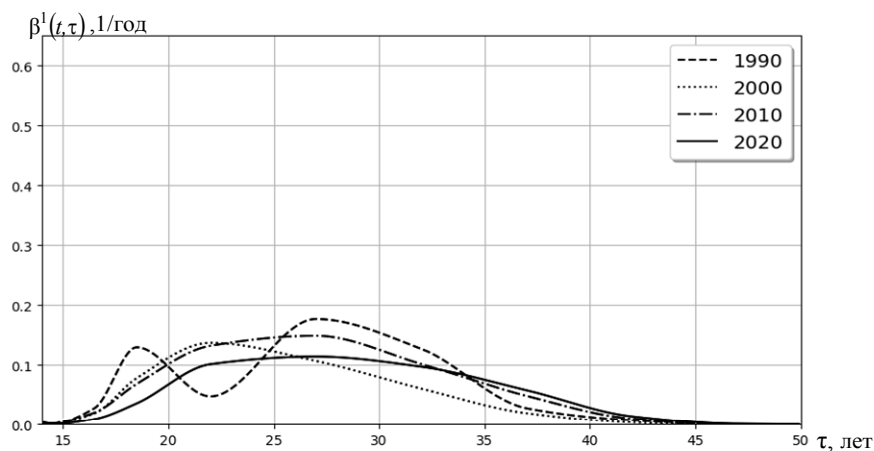


Рис. 3. Коэффициенты распределения рождений «в городе» для УР за период 1990–2020 годы

Fig. 3. The birth coefficients distribution "in the city" for the UR for the period 1990–2020

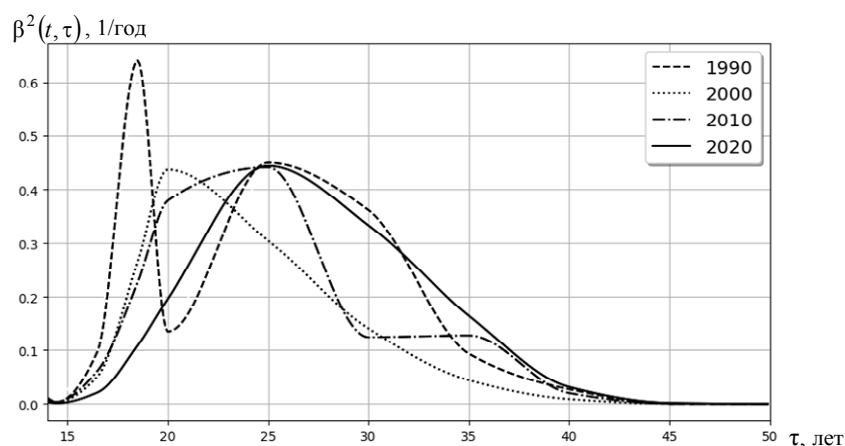


Рис. 4. Коэффициенты распределения «в селе» для УР за период 1990–2020 годы

Fig. 4. The birth coefficients distribution "in the village" for the UR for the period 1990–2020

Из графиков распределения рождений в сельской местности (рис. 4) видно, что в 1990 году пик числа рождения детей приходился на женщин в возрасте 17–18 лет и 25 лет. В 2020 году – наибольшее число рождений приходится на возраст 25 лет, это же значение соответствует 1990 году.

Полученные распределения позволяют провести динамический анализ уровня рождаемости (в разрезе по возрастам и в расчете на 1000 женщин). Изучим динамику 1990 года. Если рассмотреть возрастную группу 14–19 лет, то видно, что в городе рождалось в среднем 53 человека в год, в селе – 172 человека в год; для возрастной группы 20–24 года число родившихся в городе составляло 230 человек, в селе – 655 человек; на возраст женщин 25–29 лет приходилось в среднем в городе 142 рождения в год, в селе – 360 рождений; для женщин в возрасте 30–34 года рождалось в городе 52 человека, в селе – в среднем 201 человек; и на возраст женщин 35–50 лет приходилось в городе в среднем 15 рождений, в селе – 52.

Оценим также данные за 2020 год. В среднем в возрасте 15–19 лет у 1000 женщин рождалось в городе 15 человек и в селе – 86 человек; для женщин в возрасте 20–24 число родившихся в городе составляло 101 человек, в селе – 386 человек; на возраст женщин 25–29 лет приходилось в среднем в городе 114 рождений, в селе – 202 рождения; у женщин в возрасте 30–34 года рождалось в городе 97 человек, в селе – 84 человека; и на возраст женщин 35–50 лет приходилось в среднем в городе 26 рождений, в селе – 14.

Проводя сравнительный анализ 1990 и 2020 годов, можно отметить, что уровень рождаемости для группы 14–19 лет снизился в 3,5 раза для города и в 2 раза для села; для групп 20–24 года уровень рождаемости снизился в 2,2 раза

для города и в 1,7 раза для села; для группы 25–29 лет уровень рождаемости практически стабилен. К 2020 году уменьшилось число рождений в возрасте матери 35–50 лет почти в два раза. Данные представлены на рис. 5.

Проведенный структурно-динамический анализ показал различие между уровнями рождаемости в городской и сельской местности. В этой связи можно предположить, что мера государственной поддержки в виде материнского капитала влияет на рождаемость в городе и селе по-разному. Поэтому выявим наличие взаимосвязи между уровнем рождаемости и в разрезе территорий «город-село», а также, при выявлении такой связи, ее тесноту.

Эконометрическое моделирование влияния материнского капитала на рождаемость в разрезе «городе-село»

Для выявления зависимости между рождаемостью и материнским капиталом строится регрессионная модель с введением фиктивной бинарной переменной, принимающей значения 0 – до введения материнского капитала, 1 – после введения материнского капитала. Далее проводится идентификация коэффициента у фиктивной переменной и его статистическая проверка на значимость. В случае если коэффициент значим, можно сделать вывод о наличии влияния материнского капитала на рождаемость.

Для оценки регрессионной зависимости между рождаемостью и материнским капиталом сформируем таблицу статистических данных по УР за период 1990–2021 годы (см. табл. 1). Так как материнский капитал в РФ был введен с 2007 года, то фиктивная переменная имеет вид

$$x = \begin{cases} 0, & t \in [1990; 2006] \\ 1, & t \in [2007; 2021] \end{cases}$$

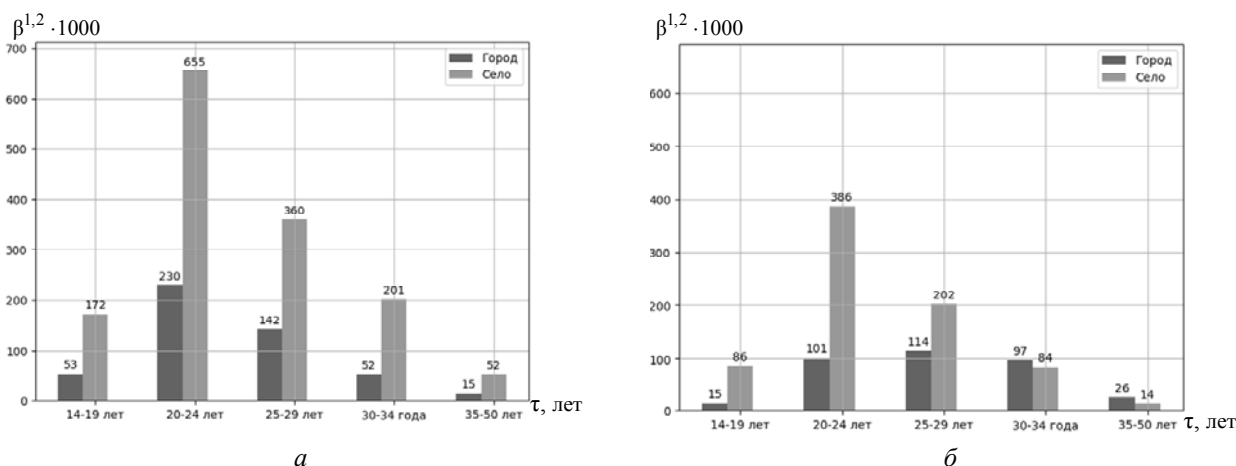


Рис. 5. Распределение рождений по возрасту матери на 1000 женщин в детородном возрасте в УР: а – 1990 г.; б – 2020 г.

Fig. 5. Distribution of births by mother's age per 1000 women of childbearing age in the UR: a) 1990; b) 2020

Таблица 1. Исходные данные для оценки влияния фактора материнского капитала на рождаемость в УР за период 1990–2021 годы¹

Table 1. Initial data for assessing of the maternity capital factor impact on fertility in the UR for the period 1990-2021

№ п/п	Год (t)	Численность рожденных в i-й местности на 1000 человек населения, проживающих в i-й местности (δ ⁱ , i = 0, 1, 2)			Фактор наличия материнского капитала x (0 – нет, 1 – да)
		Регион (δ ⁰)	Город (δ ¹)	Село (δ ²)	
1	1990	15,1	14,3	17,0	0
2	1991	13,7	12,7	16,1	0
3	1992	13,0	12,3	14,7	0
4	1993	10,5	9,9	12,1	0
5	1994	10,4	9,7	12,0	0
6	1995	9,6	8,9	11,0	0
7	1996	9,2	8,7	10,5	0
8	1997	9,6	9,0	10,8	0
9	1998	10,1	9,4	11,5	0
10	1999	9,9	9,2	11,3	0
11	2000	10,2	9,6	11,5	0
12	2001	10,5	10,0	11,5	0
13	2002	11,2	10,9	12,0	0
14	2003	11,5	11,2	12,1	0
15	2004	11,7	11,3	12,6	0
16	2005	11,1	10,7	12,0	0
17	2006	11,3	10,6	12,9	0
18	2007	12,8	11,7	15,4	1
19	2008	13,3	11,9	16,6	1
20	2009	13,8	12,7	16,3	1
21	2010	14,2	13,0	17,0	1
22	2011	14,4	13,2	17,0	1
23	2012	15,3	14,1	18,0	1
24	2013	14,6	13,5	16,6	1
25	2014	14,5	13,4	16,8	1
26	2015	14,6	14,3	15,1	1
27	2016	13,8	13,6	14,3	1
28	2017	11,8	11,7	12,0	1
29	2018	10,9	10,6	11,3	1
30	2019	9,7	9,4	10,3	1
31	2020	9,6	9,2	10,4	1
32	2021	9,6	9,2	10,3	1

¹ Рассчитано на основе официальной статистической информации по Удмуртской Республике. URL: <https://udmstat.gks.ru/folder/51924> (дата обращения: 15.02.2023).

Исходные данные по УР в табл. 1 за период 1990–2021 годы содержат по каждому показателю $n = 32$ значения, что в терминологии математической статистики и эконометрики соответствует 32 наблюдениям. Как и ранее, верхний индекс показателя рождаемости обозначает деление в разрезе типа поселения: δ^0 , δ^1 , δ^2 – количество рождений в расчете на 1000 человек населения в целом по региону, в городской и сельской местности соответственно.

Поскольку фиктивная переменная x является бинарной, то регрессионные зависимости представимы в виде:

$$\tilde{\delta}^0 = a_0 + b_0 \cdot x; \quad (3)$$

$$\tilde{\delta}^1 = a_1 + b_1 \cdot x; \quad (4)$$

$$\tilde{\delta}^2 = a_2 + b_2 \cdot x, \quad (5)$$

где $\tilde{\delta}^i$ – теоретические зависимости количества рождений в расчете на 1000 человек населения, в распределении по типу поселения (регион ($i=0$), город ($i=1$), село ($i=2$)); $a_0, a_1, a_2, b_1, b_2, b_1, b_3$ – неизвестные коэффициенты, требующие идентификации.

Параметр при фиктивной переменной x будет отражать отличие между средним уровнем рождаемости до и после введения материнского

капитала. Выдвинем гипотезу о значимости коэффициентов при фиктивной переменной в моделях (3)–(5). Основная гипотеза H_0 и альтернативная гипотеза H_1 :

$$\begin{aligned} H_0 : b_0 = b_1 = b_2 = 0; \\ H_1 : b_0 \neq b_1 \neq b_2 \neq 0. \end{aligned} \quad (6)$$

Проверка гипотезы (6) осуществляется по t -критерию Стьюдента [14].

Для идентификации неизвестных параметров воспользуемся методом наименьших квадратов (МНК) [15]. Коэффициенты моделей (3)–(5) принимают значения

$$a_0 = 11,09, b_0 = 1,77;$$

$$a_1 = 10,50, b_1 = 1,60;$$

$$a_2 = 12,45, b_2 = 2,05.$$

Таким образом, регрессионные зависимости рождаемости от материнского капитала для социально-экономической системы УР в делении по типу поселения имеют вид:

$$\tilde{\delta}^0 = 11,09 + 1,77 \cdot x; \quad (7)$$

$$\tilde{\delta}^1 = 10,50 + 1,60 \cdot x; \quad (8)$$

$$\tilde{\delta}^2 = 12,45 + 2,05 \cdot x. \quad (9)$$

Результаты оценки статистической значимости моделей (7)–(9) приведены в табл. 2.

Таблица 2. Значимость моделей влияния материнского капитала на рождаемость для УР

Table 2. Significance of models of the influence of maternity capital on fertility for the UR

№ п/п	Тип	Эконометрическая модель	Значимость параметров модели*			Значимость эконометрической модели**			Средняя относительная погрешность, %
			Параметр модели	Значение t -критерия	Значим ли параметр $ t > t_{\text{табл}}$	Коэффициент детерминации модели R^2	Значение F -критерия	Значима ли модель $F > F_{\text{табл}}$	
1	Регион	$\tilde{\delta}^0 = 11,09 + 1,77 \cdot x$	$a_0 = 11,09$	25,36	Да	0,425	7,73	Да	12,2
			$b_0 = 1,77$	2,78	Да				
2	Город	$\tilde{\delta}^1 = 10,50 + 1,60 \cdot x$	$a_1 = 10,50$	26,51	Да	0,449	8,16	Да	11,9
			$b_1 = 1,60$	2,75	Да				
3	Село	$\tilde{\delta}^2 = 12,45 + 2,05 \cdot x$	$a_2 = 12,45$	21,89	Да	0,411	6,10	Да	13,8
			$b_2 = 2,05$	2,47	Да				

* $t_{\text{табл}} (\alpha = 0,05, k = n - 2 = 30) = 2,75$.

** $F_{\text{табл}} (\alpha = 0,05, k_1 = 1, k_2 = n - k_1 - 1 = 30) = 4,17$.

Сравнивая табличное значение t -критерия с полученными значениями для параметров при фиктивной переменной в каждой модели, получаем, что гипотеза H_0 о незначимости влияния материнского капитала отвергается. Если говорить об Удмуртской Республике в целом, то па-

раметр 1,77 при фиктивной переменной модели (7) свидетельствует о повышении количества рождений на 1770 детей в расчете на 1000 человек населения. При этом, если рассматривать города в УР, то выплаты материнского капитала позволили увеличить среднегодовую рождае-

мость в них на 1600 детей, а в селах – на 2050 детей в расчете на 1000 человек населения. Если перевести полученные цифры в проценты, то это значит, что рождаемость в городе увеличилась на 15,2 %, в селе – на 16,5 %. Для Удмуртии это увеличение составило 16 %.

Таким образом, фактор материнского капитала оказывает значительно большее влияние на уровень рождаемости в селах.

Результаты эконометрического моделирования в табл. 2 демонстрируют значительные различия между средним уровнем рождаемости до и после введения материнского капитала и в целом по региону, и в разрезе «город-село».

Наряду с делением по типу поселения интересно получить количественную оценку влияния материнского капитала на рождаемость

и в делении по возрасту матери. Далее выявим наличие взаимосвязи между уровнем рождаемости и мерой государственной поддержки в виде материнского капитала в разрезе отдельных возрастных групп.

Эконометрическое моделирование влияния материнского капитала на рождаемость по возрастным группам.

Сформируем для оценки регрессионной зависимости между рождаемостью и фактором материнского капитала в делении по возрасту матери таблицу статистических данных по УР за период 1990–2021 годы (см. табл. 3). Здесь $\varphi^1, \varphi^2, \varphi^3$ – численность рожденных детей в расчете на 1000 женщин в детородном возрасте, приходящихся на женщин возраста 15–24 года, 25–34 лет, 35–50 лет соответственно.

Таблица 3. Исходные данные для оценки влияния фактора материнского капитала на рождаемость в УР за период 1990–2021 годы¹

Table 3. Initial data for assessing the impact of the maternity capital factor on fertility in the UR for the period 1990-2021

№ п/п	Год (t)	Численность рожденных детей в расчете на 1000 женщин в детородном возрасте в распределении по возрасту матери ($\varphi^j, j = 0, 1, 2, 3$)				Фактор наличия материнского капитала X (0 – нет, 1 – да)
		15–50 лет (φ^0)	15–24 года (φ^1)	25–34 года (φ^2)	35–50 лет (φ^3)	
1	1990	52,1	25,0	23,5	3,6	0
2	1991	47,3	24,4	19,6	3,2	0
3	1992	42,6	23,2	16,7	2,7	0
4	1993	36,2	21,2	12,9	2,1	0
5	1994	35,6	21,2	12,5	1,9	0
6	1995	32,6	19,5	11,2	1,8	0
7	1996	31,1	18,1	11,1	1,9	0
8	1997	31,9	17,8	12,2	2,0	0
9	1998	32,9	18,2	12,4	2,3	0
10	1999	31,6	17,0	12,3	2,3	0
11	2000	32,0	16,8	13,0	2,2	0
12	2001	32,3	16,8	13,2	2,3	0
13	2002	34,1	17,3	14,5	2,3	0
14	2003	34,5	17,4	14,8	2,3	0
15	2004	34,9	17,2	15,3	2,4	0
16	2005	33,0	16,2	14,6	2,3	0
17	2006	33,9	16,5	15,0	2,3	0
18	2007	38,6	17,5	18,1	3,0	1
19	2008	40,7	17,1	19,9	3,7	1
20	2009	42,6	17,1	21,6	3,9	1
21	2010	44,7	16,3	23,9	4,6	1
22	2011	46,1	16,0	24,9	5,2	1
23	2012	49,9	16,0	27,7	6,2	1
24	2013	48,6	14,1	28,2	6,3	1
25	2014	49,5	13,1	29,7	6,7	1
26	2015	50,7	12,0	31,7	7,1	1
27	2016	49,2	10,7	31,0	7,5	1
28	2017	42,6	8,8	26,8	7,0	1
29	2018	39,8	7,9	25,0	6,9	1
30	2019	35,9	7,1	21,6	7,2	1
31	2020	36,0	7,0	21,3	7,7	1
32	2021	36,1	6,7	20,8	8,5	1

¹ Рассчитано на основе официальной статистической информации по Удмуртской Республике. URL: <https://udmstat.gks.ru/folder/51924> (дата обращения: 15.02.2023).

По аналогии с моделями (3)–(5), представим регрессионные модели зависимости уровня рождаемости от фактора материнского капитала в разрезе возраста матери в виде:

$$\tilde{\varphi}^0 = c_0 + d_0 \cdot x; \quad (10)$$

$$\tilde{\varphi}^1 = c_1 + d_1 \cdot x; \quad (11)$$

$$\tilde{\varphi}^2 = c_2 + d_2 \cdot x; \quad (12)$$

$$\tilde{\varphi}^3 = c_3 + d_3 \cdot x, \quad (13)$$

где $\tilde{\varphi}^j$ – теоретические зависимости количества рождений на 1000 женщин, в распределении по возрасту женщин (15–50 лет ($j=0$), 15–24 года ($j=1$), 25–34 года ($j=2$), 35–50 лет ($j=3$)); $c_0, c_1, c_2, c_3, d_0, d_1, d_2, d_3$ – неизвестные коэффициенты, требующие идентификации.

Неизвестные параметры в моделях (10)–(13) идентифицированы с использованием МНК:

$$c_0 = 35,79, d_0 = 7,61; c_1 = 19,05, d_1 = -6,55; \\ c_2 = 14,41, d_2 = 10,42; c_3 = 2,34, d_3 = 3,75.$$

Таким образом, регрессионные зависимости рождаемости от фактора материнского капитала для социально-экономической системы УР в разрезе возраста матери имеют вид:

$$\tilde{\varphi}^0 = 35,79 + 7,61 \cdot x; \quad (14)$$

$$\tilde{\varphi}^1 = 19,05 - 6,55 \cdot x; \quad (15)$$

$$\tilde{\varphi}^2 = 14,41 + 10,42 \cdot x; \quad (16)$$

$$\tilde{\varphi}^3 = 2,34 + 3,75 \cdot x. \quad (17)$$

Выдвинем гипотезу о значимости коэффициентов при фиктивной переменной в моделях (14)–(17). Основная гипотеза H_0 и альтернативная гипотеза H_1 имеют вид:

$$H_0: d_0 = d_1 = d_2 = d_3 = 0; \\ H_1: d_0 \neq d_1 \neq d_2 \neq d_3 \neq 0. \quad (18)$$

Проверка гипотезы (18) также осуществляется по t -критерию Стьюдента [14].

Результаты оценки статистической значимости моделей (14)–(17) приведены в табл. 4.

Сравнивая табличное значение t -критерия с полученными значениями для параметров при фиктивной переменной в каждой модели, получаем, что гипотеза H_0 (18) о незначимости материнского капитала отвергается.

Результаты эконометрического моделирования в табл. 3 демонстрируют значительные различия между средним уровнем рождаемости до и после введения материнского капитала в целом по УР. Рассчитанный параметр 7,61 при фиктивной переменной в модели (14) свидетельствует о повышении количества рождений. То есть до введения материнского капитала в расчете на 1000 женщин в детородном возрасте приходилось в среднем 36 детей, в то время как после введения – 43 ребенка.

Таблица 4. Значимость моделей влияния материнского капитала на рождаемость для УР в делении по возрасту матери

Table 4. The significance of models of the influence of maternity capital on fertility for the UR in the division by the mother's ages

№ п/п	Возрастная группа	Эконометрическая модель	Значимость параметров модели*			Значимость эконометрической модели**			Средняя относительная погрешность, %
			Параметр модели	Значение t -критерия	Значим ли параметр $ t > t_{\text{табл}}$	Коэффициент детерминации модели R^2	Значение F -критерия	Значима ли модель $F > F_{\text{табл}}$	
1	15-50 лет	$\tilde{\varphi}^0 = 35,79 + 7,61 \cdot x$	$c_0 = 35,79$	25,94	Да	0,58	14,3	Да	10,8
			$d_0 = 7,61$	3,77	Да				
2	15-24 года	$\tilde{\varphi}^1 = 23,05 - 2,55 \cdot x$	$c_1 = 23,05$	22,32	Да	0,37	5,1	Да	18,5
			$d_1 = -6,55$	-2,26	Нет				
3	25-34 года	$\tilde{\varphi}^2 = 14,41 + 10,42 \cdot x$	$c_2 = 14,41$	16,02	Да	0,69	62,6	Да	14,9
			$d_2 = 10,42$	7,93	Да				
4	35-50 лет	$\tilde{\varphi}^3 = 2,34 + 3,75 \cdot x$	$c_3 = 2,34$	8,22	Да	0,73	81,5	Да	11,1
			$d_3 = 3,75$	9,03	Да				

* $t_{\text{табл}}(\alpha = 0,05, k = n - 2 = 30) = 2,75$.

** $F_{\text{табл}}(\alpha = 0,05, k_1 = 1, k_2 = n - k_1 - 1 = 30) = 4,17$.

При этом, если рассматривать влияние материнского капитала в разрезе по возрастным группам, то оно наиболее заметно для возрастной группы 25–34 года. В этой возрастной группе до введения материнского капитала в расчете на 1000 женщин в детородном возрасте приходилось в среднем 14 детей, в то время как после введения – 25 детей.

Заключение

Выполнено эконометрическое моделирование влияния фактора материнского капитала на уровень рождаемости в Удмуртской Республике на примере официальных статистических данных за период 1990–2021 годы. Структурно-динамический анализ рождаемости в регионе показал значительные различия уровней рождаемости для городской и сельской местности в разрезе отдельных возрастных групп.

Результаты эконометрического моделирования в делении по типу территории демонстрируют значительные различия между средним уровнем рождаемости до и после введения материнского капитала как в целом по региону, так и в разрезе «город-село». Так, выплаты материнского капитала позволили увеличить среднегодовую рождаемость в городе на 15,2 %, в селе – на 16,5 %.

Результаты эконометрического моделирования в делении по возрасту матери свидетельствуют о повышении количества рождений в расчете на 1000 женщин в детородном возрасте. До введения материнского капитала в расчете на 1000 женщин в детородном возрасте в УР приходилось в среднем 36 детей, в то время как после введения – 43 ребенка.

Библиографические ссылки

1. *Кашепов А. В.* Методология анализа и прогнозирования рождаемости на основе влияния экономических факторов // Социально-трудовые исследования. 2019. № 2 (35). С. 16–28. DOI: 10.34022/2658-3712-2019-35-2-16-28.
2. *Кетова К. В., Вавилова Д. Д.* Оценка тенденций изменения человеческого капитала социально-экономической системы на основе применения алгоритма нейросетевого прогнозирования // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2020. Т. 13, № 6. С. 117–133. DOI: 10.15838/esc.2020.6.72.7.
3. *Ketova K.V., Rusyak I.G., Saburova E.A., Vavilova D.D.* Regional socio-economic parameters modeling and system analysis by means of programming and computing suite // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientists and Engineering Associations. 2020. С. 52044. DOI: 10.1088/1757-899X/862/5/052044.

4. *Кошевой О. С., Лузгина О. А., Сутиков В. Н.* Демографический анализ рождаемости с использованием индексного метода (региональный аспект) // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. 2018. № 2 (46). С. 115–122. DOI: 10.21685/2072-3016-2018-2-14.

5. *Кетова К. В., Вавилова Д. Д.* Структурно-динамический анализ составляющей здоровья человеческого капитала социально-экономической системы // Статистика и Экономика. 2021. Т. 18, № 1. С. 54–66. DOI: 10.21686/2500-3925-2021-1-54-66.

6. *Сахбетдинова К. И.* Детерминанты рождаемости в российских семьях // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. 2020. № 6. С. 104–123.

7. *Ильин В. А., Шабунцова А. А., Калачикова О. Н.* Потенциал повышения рождаемости и семейно-демографическая политика России // Вестник Российской академии наук. 2021. Т. 91. № 9. С. 831–844. DOI: 10.31857/S0869587321090048.

8. *Блинова Т. В.* Влияние послевоенных циклов рождаемости на современное демографическое развитие села // Аграрный научный журнал. 2018. № 6. С. 60–64. DOI: 10.28983/asj.v0i6.507.

9. *Овод А. И.* Исследование влияния экономических факторов на уровень рождаемости в странах Европы // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2018. Т. 7, № 4 (25). С. 218–221.

10. *Быстров А. А.* Материнский капитал: стимулирование рождаемости? // Социологические исследования. 2018. № 12 (296). С. 91–96.

11. *Попова Н. М., Яхонтова К. А., Сусекова Т. В.* Влияние материнского капитала на повышение рождаемости в Удмуртской Республике // Синергия наук. 2018. № 22. С. 1217–1228.

12. *Шильцова Т. А., Мармулева Ю. В.* Оценка эффективности взаимосвязи материнского капитала и уровня рождаемости в Российской Федерации // Экономика и предпринимательство. 2015. № 6-2 (59). С. 151–154.

13. *Кетова К. В., Вавилова Д. Д.* Демографические проблемы современной Удмуртии. Ижевск : Изд-во УИР ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2022. 172 с.

14. Определение статистических связей между количественной и дихотомической переменными: скользящее среднее и критерий Стьюдента / А. Н. Вараксин, Ю. В. Шалаумова, Е. Д. Константинова, Т. А. Маслакова // Экологические системы и приборы. 2021. № 3. С. 3–9. DOI: 10.25791/esip.03.2021.1213.

15. *Базилевский М. П.* Оценивание линейно-нелементарных регрессионных моделей с помощью метода наименьших квадратов // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2020. Т. 8, № 4 (31). DOI: 10.26102/2310-6018/2020.31.4.026.

References

1. Kashepov A.V. [Methodology for analysis and forecasting of fertility based on the influence of eco-

conomic factors]. *Sotsial'no-trudovye issledovaniya* [SocialLaborStudies]. 2019, no. 2, pp. 16-28. DOI: 10.34022/2658-3712-2019-35-2-16-28 (in Russ.).

2. Ketova K.V., Vavilova D.D. [Assessment of trends in human capital change in the socio-economic system based on the application of the neural network forecasting algorithm]. *Ekonomicheskie i sotsial'nyeperemeny: fakty, tendentsii, prognoz.* 2020. Vol. 13, no. 6, pp. 117-133. DOI: 10.15838/esc.2020.6.72.7 (in Russ.).

3. Ketova K.V., Rusyak I.G., Saburova E.A., Vavilova D.D. (2020). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.* 52044. DOI:10.1088/1757-899X/862/5/052044.

4. Koshevoi O.S., Luzgina O.A., Supikov V.N. [Demographic analysis of fertility using the index method (regional aspect)]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Povolzhskii region. Obshchestvennye nauki.* 2018. No. 2 (46), pp. 115-122. DOI: 10.21685/2072-3016-2018-2-14 (in Russ.).

5. Ketova K.V., Vavilova D.D. [Structural and dynamic analysis of the health component of human capital of the socio-economic system]. *Statistika i Jekonomika.* 2021, vol. 18, no. 1, pp. 54-66. DOI: 10.21686/2500-3925-2021-1-54-66 (in Russ.).

6. Sahbetdinova K.I. [Determinants of fertility in Russian families]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6: Jekonomika.* 2020. No. 6, pp. 104 (in Russ.).

7. Il'in V.A., Shabunova A.A., Kalachikova O.N. [The potential for increasing the birth rate and family and demographic policy in Russia]. *Vestnik Rossijskoi akademii nauk.* 2021. Vol. 91, no. 9, pp. 831-844. DOI: 10.31857/S0869587321090048 (in Russ.).

8. Blinova T.V. [The influence of post-war birth cycles on the current demographic development of the

countryside]. *Agrarnyjnauchnyj zhurnal.* 2018. No. 6, pp. 60-64. DOI: 10.28983/asj.v0i6.507 (in Russ.).

9. Ovod A.I. [Study of the influence of economic factors on the birth rate in European countries]. *Azimet nauchnyh issledovanij: jekonomika i upravlenie.* 2018. Vol. 7, no. 4, pp. 218-221 (in Russ.).

10. Bystrov A.A. [Maternal capital: stimulation of the birth rate?]. *Sociological research.* 2018. No. 12, pp. 91-96 (in Russ.).

11. Popova N.M., Yakhontova K.A., Susekova T.V. [The impact of maternity capital on increasing the birth rate in the Udmurt Republic]. *Sinergija Nauk.* 2018. no. 22, pp. 1217-1228 (in Russ.).

12. Shil'cova T.A., Marmuleva Ju.V. [Evaluation of the effectiveness of the relationship between maternity capital and the birth rate in the Russian Federation]. *Jekonomika i predprinimatel'stvo.* 2015. No. 6-2, pp. 151-154 (in Russ.).

13. Ketova K.V., Vavilova D.D. *Demograficheskie problem sovremennoj Udmurtii* [Demographic problems of modern Udmurtia]. Izhevsk: IzhGTU imeni M.T. Kalashnikova. 2022. (in Russ.).

14. Varaksin A.N., Shalaumova Yu.V., Konstantinova E.D., Maslakova T.A. [Determination of statistical relationships between quantitative and dichotomous variables: moving average and Student's t-test]. *Ekologicheskie sistemy i pribory.* 2021. No. 3, pp. 3-9. DOI: 10.25791/esip.03.2021.1213 (in Russ.).

15. Bazilevskii M.P. [Estimation of linear non-elementary regression models using the least squares method]. *Modelirovanie, optimizatsiya i informatsionnye tekhnologii.* 2020. Vol. 8, no. 4. DOI: 10.26102/2310-6018/2020.31.4.026 (in Russ.).

Econometric Modeling of the Maternity Capital Factor Effect on the Birth Rate in the Region

K. V. Ketova, DSc in Physics and Mathematics, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russia

D. D. Vavilova, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russia

A. S. Cherepanova, Master's Degree Student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russia

The article is devoted to assessment and modeling the maternity capital factor effect on the birth rate in one of the Russian Federation regions– the Udmurt Republic. The information base for the research is official the statistical data on a set of demographic indicators within the region for the period of 1990-2021. A structural-dynamic analysis of the birth rate is carried out. An indicator reflecting the number of births per 1,000 people of the population, as well as per 1,000 women of childbearing age, is calculated and analyzed for the period under review. Curves of birth distribution coefficients for the social and economic system of the Udmurt Republic by the mother age in the context of the territory are plotted. It has been established that in the region there are significant differences in birth rates in urban and rural areas. Econometric modeling is carried out to identify the relationship between the birth rate and the maternity capital factor. Econometric models of time series are constructed with the introduction of a fictitious binary variable, taking the values 0 – before the introduction of maternity capital, 1 – after the introduction of maternity capital. The identification of model parameters and statistical verification of the significance of the coefficient of the dummy variable are performed. The study is conducted both in the division by the type of settlement, and in the division by mothers' age. It was found that maternity capital increases the average annual birth rate in urban areas by 15.2 %, and in rural areas – by 16.5%. Econometric modeling results disaggregated by maternal age show an increase in the number of births

per 1,000 women of childbearing age. Before the introduction of maternity capital, there were on average 36 children per 1,000 women of childbearing age in the UR, while after the introduction – 43 children.

Keywords: birth rate, birth distribution coefficient, maternity capital, econometric model, population reproduction.

Получено: 07.04.23

Образец цитирования

Кетова К. В., Вавилова Д. Д., Черепанова А. С. Эконометрическое моделирование влияния фактора материнского капитала на уровень рождаемости в регионе // Интеллектуальные системы в производстве. 2023. Т. 21, № 2. С. 58–68. DOI: 10.22213/2410-9304-2023-2-58-68.

For Citation

Ketova K.V., Vavilova D.D., Cherepanova A.S. [Econometric modeling of the maternity capital factor effect on the birth rate in the region]. *Intellektual'nye sistemy v proizvodstve*. 2023, vol. 21, no. 2, pp. 58-68 (in Russ.). DOI: 10.22213/2410-9304-2023-2-58-68.