*Вестник Челябинского государственного университета.*
*2021. № 6 (452). Экономические науки. Вып. 73. С. 71—80.*

**УДК 332.1**
**ББК 65.04**

**DOI 10.47475/1994-2796-2021-10608**

# СИСТЕМНО-ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ)

***О. И. Бабина, О. Н. Владимирова***
*Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия*

Представлена системно-динамическая модель социально-экономического развития региона, реализованная в программной среде Vensim PLE. Целью моделирования является разработка комплекса моделей социально-экономического развития Красноярского края, позволяющего вычислять основные социальные, экономические и финансовые показатели субъекта для разных сценариев развития экономики края и анализировать мероприятия, направленные на повышение эффективности его функционирования. Дан расширенный анализ полученных результатов имитационного моделирования, а также их экономическая интерпретация. Предложенная модель позволяет проводить эксперименты со стратегиями социально-экономического развития региона и своевременно оценивать последствия принимаемых управленческих решений на мезоуровне.

**Ключевые слова:** *имитационное моделирование, модель, регион, стратегическое планирование, сценарии развития региона, системная динамика, системно-динамическая модель, потоковый процесс.*

На данный момент для разработки инструментов государственного управления на мезоуровне необходимо применять комплексные модели, позволяющие оценивать на компьютере различные сценарии развития субъекта в зависимости от обозначенных условий его функционирования. Компьютерные прогнозы служат аналитической информацией и предназначены для последующего анализа с целью выработки рекомендаций для принятия обоснованных управленческих решений [4; 9—11]. Одним из наиболее эффективных подходов к прогнозированию таких систем является имитационное моделирование. Основное преимущество данного подхода — возможность проведения процесса моделирования с экономическими объектами во времени, а также возможность пошагово корректировать различные планы и управленческие решения. Это, в свою очередь, позволяет осознанно проводить трансформацию региональной системы и ее отдельных процессов.

За последнее десятилетие количество таких моделей, касающихся практического применения имитационных моделей региональной системы, значительно выросло [5—7; 12—16]. Проанализировав основные современные имитационные модели, можно сделать вывод, что они позволяют осуществлять краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные прогнозы основных социальных, экономических и финансовых индикаторов регионального развития, а также с помощью этих моделей можно исследовать разнообразные стратегии развития субъекта моделирования.

При имитационном моделировании таких сложных систем, как регион, часто используют системно-динамический подход, подразумевающий разработку системно-динамической модели, с помощью которой можно анализировать внутренние процессы субъекта моделирования, проводя серии компьютерных экспериментов с помощью метода системной динамики, а также оценивать разные сценарии развития региона и своевременно исследовать последствия их внедрения в условиях ситуации риска и неопределенности, выбирая из совокупности допустимых решений оптимальный вариант дальнейшего развития региона [2].

Детальное описание концептуальной основы системно-динамической модели социально-экономического развития экономики региона дано в работе [1], где описаны основные характеристики модулей имитационной модели, входные параметры имитационной модели и выходные показатели эффективности. Разработка модели проведена согласно алгоритму, состоящему из трех основных этапов и детально представленному в работе [3].

Верификация разработанной имитационной модели осуществлялась следующим образом: отдельно проверялась правильность расчетов в каждом блоке модели и сравнивалась с ручным расчетом, затем аналогичным образом тестировалась модель в целом.

После этого модель была проверена на адекватность с помощью ретроспективного анализа: на вход модели подавались статистические данные о социально-экономическом развитии Красноярского края до 2018 г. (табл. 1). Полученные выходные данные модели сравнивались с результатами для 2018—2020 гг. Отклонение расчетных показателей от фактических составляет до 10 %, что говорит о приемлемой адекватности разработанной модели. Так как основные результаты деятельности региона, полученные в процессе моделирования, соответствуют процессу функционирования реальной системы, модель была признана валидной.

После того как модель была построена и проверена на адекватность, были проведены компьютерные прогоны имитационной модели и определены основные показатели социально-экономического развития региональной системы: численность населения, валовой региональный продукт, среднемесячная заработная плата, среднемесячные расходы на душу населения и т. д. Результаты моделирования представлены в табл. 2. В модели одна единица модельного времени равна одному году, длительность моделируемого процесса — семь лет.

На рис. 1 представлены графики изменения основных показателей социального и экономического развития Красноярского края: среднедушевой

*Таблица 1*

**Ретроспективный анализ имитационной модели**

| № | Основные показатели социально-экономического развития Красноярского края | 2018 | | 2019 | | 2020 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Расч. | Факт. | Расч. | Факт. | Расч. | Факт. |
| 1 | Численность населения, тыс. чел. | 2 698 724 | 2 876 360 | 2 786 455 | 2 872 635 | 2 691 750 | 2 855 899 |
| 2 | Среднегодовая численность занятых, тыс. чел. | 1 392,3 | 1 406,4 | 1 348,9 | 1 405,2 | 1 211,3 | 1 361,0 |
| 3 | Среднедушевые денежные доходы (в месяц), руб. | 27 712 | 30015,2 | 2 8564 | 31 738,8 | 30 719 | 31 346 |
| 4 | Потребительские расходы в среднем на душу населения (в месяц), руб. | 24 100 | 23 900 | 2 5189 | 24 800 | 26 400 | 25 400 |
| 5 | Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций, руб. | 45923,9 | 45 635,3 | 49 203,9 | 49 932,2 | 52 693,6 | 53 985,5 |
| 6 | Валовой региональный продукт, трлн руб. | 2,052 | 2,28 | 2,07 | 2,3 | 2,16 | 2,4 |
| 7 | Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по видам экономической деятельности, млн руб.: | | | | | | |
| | — добыча полезных ископаемых | 718 184,6 | 748 109,0 | 733 790,9 | 780628,7 | 7 272 199,8 | 7 904 565 |
| | — обрабатывающие производства | 1 146 459,1 | 1 206 799,1 | 1 428 530,2 | 1 569 813,5 | 1 514 789,6 | 1 594 512,2 |
| | — производство и распределение электроэнергии, газа и воды | 162 733,2 | 174 981,9 | 162 520,6 | 176 652,9 | 1 514 789,6 | 177 508,3 |
| 8 | Оборот розничной торговли, млрд руб. | 540,2 | 538,0 | 570,0 | 578,8 | 575,9 | 563,5 |
| 9 | Сальдированный финансовый результат деятельности организаций, млрд руб. | 449,9 | 449,5 | 416,9 | 453,2 | 452,8 | 466,9 |
| 10 | Инвестиции в основной капитал, трлн руб. | 127,3 | 139,8 | 130,66 | 140,5 | 136,4 | 143,6 |

Примечание: составлено авторами исследования.

*Таблица 2*

**Основные социально-экономические показатели развития экономики Красноярского края**

| № | Показатель | Значения по годам | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 |
| 1 | Численность населения, тыс. чел. | 2 857 567 | 2 852 331 | 2 848 206 | 2840 706 | 2 834 704 | 2 829 092 | 2 823 492 |
| 2 | Среднегодовая численность занятых, тыс. чел. | 701,56 | 716,56 | 731,56 | 746,56 | 761,56 | 776,56 | 791,56 |
| 3 | Среднедушевые денежные доходы (в месяц), руб. | 27 718,5 | 28 550,055 | 29 406,556 65 | 30 288,753 35 | 31 197,415 95 | 32 133,338 43 | 33 097,338 58 |
| 4 | Потребительские расходы в среднем на душу населения (в месяц), руб. | 26 300 | 27 010,1 | 27 739,3727 | 28 488,335 76 | 29 257,520 83 | 30 047,473 89 | 30 858,755 69 |
| 5 | Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций, руб. | 51 900 | 53 093,7 | 54 314,8551 | 55 564,096 77 | 56 842,070 99 | 58 149,438 63 | 559 486,875 71 |
| 6 | Валовой региональный продукт, трлн руб. | 2,40 | 2,50 | 2,60 | 2,71 | 2,79 | 2,89 | 3,02 |
| 7 | Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по видам экономической деятельности, млн руб.:<br>— добыча полезных ископаемых<br>— обрабатывающие производства<br>— производство и распределение электроэнергии, газа и воды | 616 010,8<br>1 539 612,2<br>172 508,3 | 630 179,0484<br>1 575 023,2810<br>176 475,9909 | 644 673,1665<br>1 611 248,8160<br>180 534,9387 | 659 500,6493<br>1 648 307,5390<br>184 687,2423 | 674 669,1643<br>1 686 218,6120<br>188 935,0489 | 690 186,5551<br>1 725 001,6400<br>193 280,5550 | 706 060,8458<br>1 764 676,8000<br>197 726,0077 |
| 8 | Оборот розничной торговли, млрд руб. | 44,5 | 44,945 | 45,394 45 | 45,848 394 5 | 46,306 878 45 | 46,769 947 23 | 447,237 646 7 |
| 9 | Сальдированный финансовый результат деятельности организаций, млрд руб. | 468,1 | 477,462 | 487,011 24 | 496,751 464 8 | 506,686 494 1 | 516,820 224 | 5 527,156 628 5 |
| 10 | Инвестиции в основной капитал, трлн руб. | 159,9 | 163,098 | 165,055 176 | 167,531 003 6 | 170,714 092 7 | 173,274 804 1 | 176,740 300 |

Примечание: составлено авторами исследования.

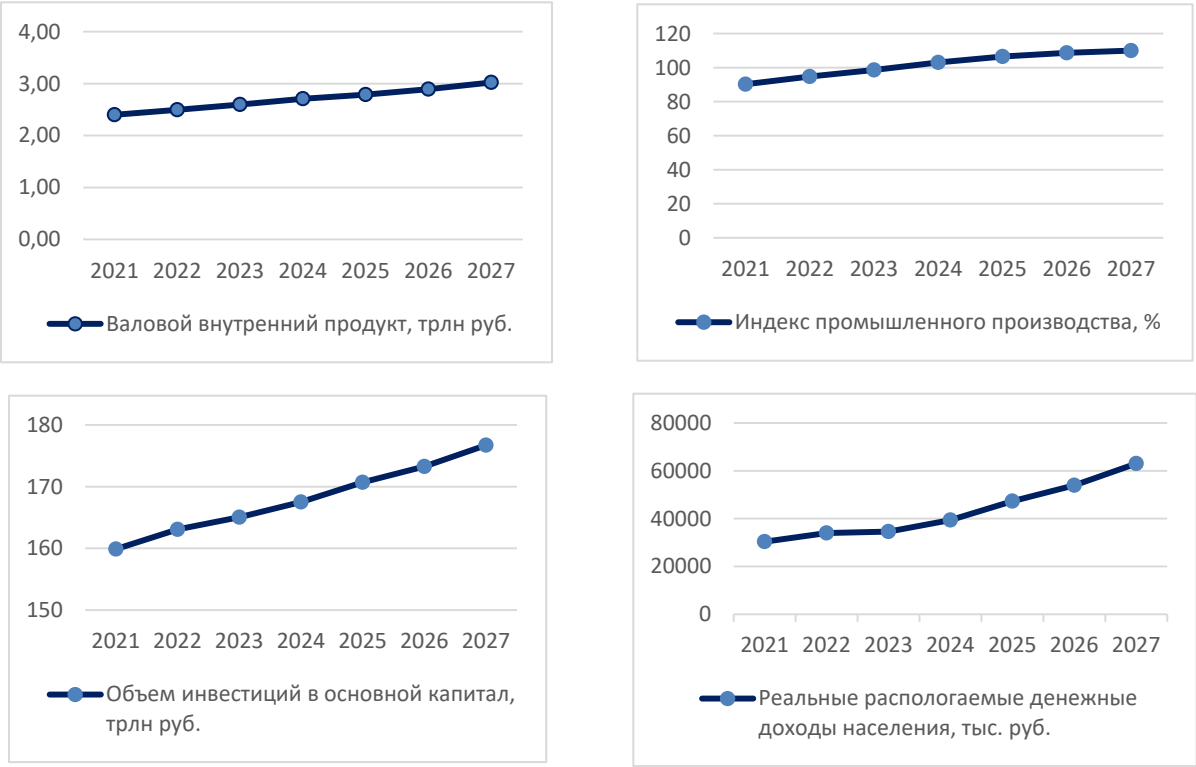


*Рис. 1. Динамика основных показателей социально-экономического развития Красноярского края*

Примечание: составлено авторами исследования.

денежный доход населения в месяц, объем инвестиций в основной капитал на душу населения, реальные располагаемые денежные доходы населения, а также валовой региональный продукт на душу населения. Анализируя расчетные графики основных показателей развития социального и экономического развития Красноярского края, можно сделать вывод, что они показывают положительную динамику увеличения величин в прогнозируемом периоде.

Для определения и фиксирования вектора социального, экономического и финансового развития Красноярского края изначально были определены три сценария развития экономики региона исходя из положений «Стратегии социально-экономического развития Красноярского края до 2030 г.» [8]: «реалистичный»; «оптимистический» и «пессимистичный».

Исследование различных сценариев развития проводилось с 2021 по 2027 г. Рассмотрим каждый сценарий развития экономики края более подробно и представим сценарные значения результирующих переменных.

**Сценарий I — «реалистичный»**

В качестве наиболее обоснованного и предпочтительного варианта развития экономики Красноярского края изначально выбран реалистичный сценарий. Данный сценарий, во-первых, учитывает положения «Стратегии социально-экономического развития Красноярского края до 2030 г.» [8], во-вторых, позволяет сохранить имеющуюся структуру развития экономики региона. Кроме того, сценарий фиксирует текущие значения показателей социального, экономического и финансового развития субъекта, а также предполагает сохранение основных тенденций развития и региональной системы. Результаты моделирования показателей развития края для сценария I «реалистичный» представлены в табл. 3.

Анализ данных из табл. 3 показал, что заданные параметры будут достигаться одинаково при реализации сценария I — «реалистичный» — развития экономики Красноярского края.

**Сценарий II — «оптимистичный»**

Оптимистичный сценарий наиболее привлекательный с инвестиционной точки зрения. Он предполагает максимально полное использование регионом возможностей развития с учетом имеющегося потенциала и конкурентных преимуществ Красноярского края, создаваемых факторами внешней и внутренней среды. Это, в свою очередь, позволяет региону достичь высоких темпов экономического развития. *Сценарий II* — «оптимистичный» — соответствует росту социально-экономического потенциала Красноярского края

*Таблица 3*

**Основные социально-экономические показатели экономики Красноярского края: сценарий I — «реалистичный»**

| № | Показатель | Значения по годам | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 |
| 1 | Оборот оптовой торговли, млрд руб. | 563,5 | 574,77 | 586,2654 | 597,990708 | 609,9505222 | 622,1495326 | 634,5925233 |
| 2 | Оборот розничной торговли, млрд руб. | 502,4 | 512,448 | 522,69696 | 533,1508992 | 543,8139172 | 554,6901955 | 565,7839994 |
| 3 | Доходы консолидированных бюджетов, млрд руб. | 263 | 269,838 | 276,853788 | 284,0519865 | 291,4373381 | 299,0147089 | 306,7890914 |
| 4 | Расходы консолидированных бюджетов, млрд руб. | 289,6 | 300,6048 | 312,0277824 | 323,8848381 | 336,192462 | 348,9677755 | 362,228551 |
| 5 | Численность рабочей силы, тыс. чел. | 1448,6 | 1477,572 | 1507,12344 | 1537,265909 | 1568,011227 | 1599,371452 | 1631,358881 |
| 6 | Число безработных, тыс. чел. | 119,4 | 121,788 | 124,22376 | 126,7082352 | 122,9069881 | 119,2197785 | 115,6431851 |
| 7 | Величина прожиточного минимума, руб. в мес. | 12 130 | 12 445,38 | 12768,95988 | 13100,95284 | 13441,57761 | 13791,05863 | 14149,62615 |
| 8 | Добыча полезных ископаемых, млн руб. | 214 447 | 225 169,35 | 236427,8175 | 248249,2084 | 260661,6688 | 273694,7522 | 287379,4898 |
| 9 | Обработка древесины и производство изделий из дерева, млн руб. | 468 083,7 | 477913,4577 | 487949,6403 | 498196,5828 | 508658,711 | 519340,5439 | 530246,6953 |

Примечание: составлено авторами исследования.

и качества жизни населения на несколько процентов в год. Результаты моделирования социально-экономических показателей развития края для сценария II «оптимистичный» представлены в табл. 4.

**Сценарий III — «пессимистичный»**

Пессимистичный сценарий исходит из худших вариантов исхода, то есть подразумевает возможность ухудшения социального и экономического положения в Красноярском крае на несколько процентов в год. Результаты моделирования социально-экономических показателей развития Красноярского края для сценария III — «пессимистичный» — представлены в табл. 5.

Оценка изменения основных социально-экономических показателей Красноярского края до 2027 г. с учетом трех выбранных авторами исследования сценариев приведена в табл. 6.

Валовой региональный продукт является обобщающим показателем социально-экономического развития региона и представляет собой наибольший интерес для исследования экономики Красноярского края. С помощью него региональные органы власти могут определить отраслевую специфику региона, проанализировать виды хозяйственной деятельности, выявить основные приоритетные направления хозяйственной деятельности в регионе, учитывая при этом сильные и слабые стороны развития экономики региона. На рис. 2 представлена динамика валового регионального продукта для трех выбранных авторами сценариев социально-экономического развития Красноярского края (реалистичного, оптимистичного, пессимистичного). Рисунок 2 демонстрирует, что каждый сценарий развития экономики региона устанавливает индивидуальную траекторию изменений индикатора «Валовой региональный продукт».

Таким образом, предложенная системно-динамическая модель позволяет прогнозировать основные показатели социального, экономического и финансового развития Красноярского края сроком до семи лет для различных сценариев развития региона. Анализ разных вариантов социально-экономического развития Красноярского края является важным этапом в разработке и реализации программы устойчивого развития.

*Таблица 4*

**Основные социально-экономические показатели экономики Красноярского края: сценарий II — «оптимистичный»**

| № | Показатель | Значения по годам | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 |
| 1 | Оборот оптовой торговли, млрд руб. | 563,5 | 579,8415 | 596,6569035 | 613,9599537 | 631,7647924 | 650,0859713 | 668,9384645 |
| 2 | Оборот розничной торговли, млрд руб. | 502,4 | 516,9696 | 531,9617184 | 547,3886082 | 563,2628779 | 579,5975013 | 596,4058289 |
| 3 | Доходы консолидированных бюджетов, млрд руб. | 263 | 270,627 | 278,475183 | 286,5509633 | 294,8609412 | 303,4119085 | 312,2108539 |
| 4 | Расходы консолидированных бюджетов, млрд руб. | 289,6 | 297,9984 | 306,6403536 | 315,5329239 | 324,6833786 | 334,0991966 | 343,7880733 |
| 5 | Численность рабочей силы, тыс. чел. | 1448,6 | 1490,6094 | 1533,837073 | 1578,318348 | 1624,08958 | 1671,188178 | 1719,652635 |
| 6 | Число безработных, тыс. чел. | 119,4 | 122,8626 | 126,4256154 | 130,0919582 | 133,864625 | 137,7466992 | 141,7413534 |
| 7 | Величина прожиточного минимума, руб. в мес. | 12130 | 12481,77 | 12843,74133 | 13216,20983 | 13599,47991 | 13993,86483 | 14399,68691 |
| 8 | Добыча полезных ископаемых, млн руб. | 214447 | 220665,963 | 227065,2759 | 233650,1689 | 240426,0238 | 247398,3785 | 254572,9315 |
| 9 | Обработка древесины и производство изделий из дерева, млн руб. | 468083,7 | 481658,1273 | 495626,213 | 509999,3732 | 524789,355 | 540008,2463 | 555668,4854 |

Примечание: составлено авторами исследования.

*Таблица 5*

**Основные социально-экономические показатели экономики Красноярского края: сценарий III — «пессимистичный»**

| № | Показатель | Значения по годам | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 |
| 1 | Оборот оптовой торговли, млрд руб. | 563,5 | 569,6985 | 575,9651835 | 582,3008005 | 588,7061093 | 595,1818765 | 601,7288772 |
| 2 | Оборот розничной торговли, млрд руб. | 502,4 | 507,9264 | 513,5135904 | 519,1622399 | 524,8730245 | 530,6466278 | 536,4837407 |
| 3 | Доходы консолидированных бюджетов, млрд руб. | 263 | 265,893 | 268,817823 | 271,7748191 | 274,7643421 | 277,7867498 | 280,8424041 |
| 4 | Расходы консолидированных бюджетов, млрд руб. | 289,6 | 292,7856 | 296,0062416 | 299,2623103 | 302,5541957 | 305,8822918 | 309,246997 |
| 5 | Численность рабочей силы, тыс. чел. | 1448,6 | 1464,5346 | 1480,644481 | 1496,93157 | 1513,397817 | 1530,045193 | 1546,87569 |
| 6 | Число безработных, тыс. чел. | 119,4 | 120,7134 | 122,0412474 | 123,3837011 | 124,7409218 | 126,113072 | 127,5003158 |
| 7 | Величина прожиточного минимума, руб. в мес. | 12130 | 12263,43 | 12398,32773 | 12534,70934 | 12672,59114 | 12811,98964 | 12952,92153 |
| 8 | Добыча полезных ископаемых, млн руб. | 214447 | 216805,917 | 219190,7821 | 221601,8807 | 224039,5014 | 226503,9359 | 228995,4792 |
| 9 | Обработка древесины и производство изделий из дерева, млн руб. | 468083,7 | 473232,6207 | 478438,1795 | 483700,9995 | 489021,7105 | 494400,9493 | 499839,3598 |

Примечание: составлено авторами исследования.

*Таблица 6*

**Показатели изменения экономики Красноярского края на 2021—2027 гг. при реализации реалистичного, оптимистичного и пессимистичного сценариев развития, %**

| Показатель | Сценарии развития экономики Красноярского края | | |
|---|---|---|---|
| | Сценарий I — «реалистичный» | Сценарий II — «оптимистичный» | Сценарий III — «пессимистичный» |
| Индекс физического объема инвестиций | 100,3 | 102,7 | 99,5 |
| Индекс ВРП | 98,5 | 99,5 | 97,1 |
| Уровень безработицы | 4,3 | 6,2 | 3,5 |
| Реальные денежные доходы населения | 98,2 | 99,9 | 96,2 |
| Реальные денежные расходы населения | 96,7 | 97,2 | 95,3 |

Примечание: составлено авторами исследования.

Это, в свою очередь, необходимо для количественной оценки изменений в деятельности всех участников экономики региона. И только после этого можно проектировать стратегию управления системой, которая впоследствии будет рассмотрена, принята и реализована лицами, принимающими решения.

Полученные результаты моделирования можно использовать для разработки долгосрочных программ социально-экономического развития Красноярского края. Результаты исследований хорошо согласуются с результатами аналогичных исследований в мировой экономике. Результаты исследования свидетельствуют об адекватности модели в реальной системе управления регионом. Это позволит органам власти максимально эффективно использовать имеющиеся ресурсные возможности экономики региона при планировании и реализации стратегически важных изменений в экономике, учитывая интересы всех участников экономики.

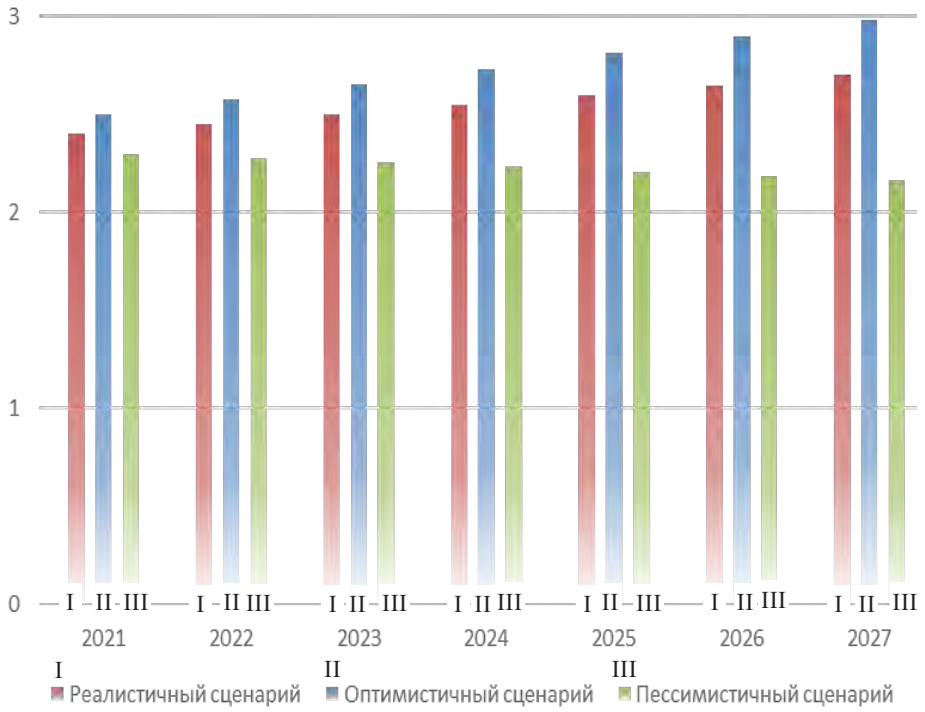


*Рис. 2. Прогноз изменений валового регионального продукта для трех сценариев развития Красноярского края, трлн руб.*

Примечание: составлено авторами исследования.

## Список литературы

1. Бабина О. И. Концептуальное моделирование социально-экономического развития региона // Вестник Челябинского государственного университета. 2018. № 3 (413). С. 70—77.

2. Бабина О. И. Обзор системно-динамических моделей в стратегическом планировании региона // Гуманитарные чтения: сб. ст. всерос. науч.-практ. конф.: текстовое электрон. изд. 2021. С. 25—31.

3. Бабина О. И., Владимирова О. Н. Методика разработки имитационных и оптимизационных моделей для процессов стратегического развития региона // Russian Journal of Management. 2017. Т. 5, № 4. С. 530—541.

4. Батейкин Д. В. Имитационная модель социально-экономического развития региона // Новое слово в науке: перспективы развития. 2016. № 1—2 (7). С. 207—213.

5. Бекларян Г. Л. Имитационная модель региона в применении к анализу экономики Красноярского края // Экономика и математические методы. 2019. Т. 55, № 3 С. 47—61. URL: https://emm.jes.su/s042473880005769-4-1/ (дата обращения 11.02.2021).

6. Применение имитационного моделирования в оценках уровней социального благополучия восточных регионов РФ / И. П. Глазырина, И. А. Забелина, А. А. Фалейчик, Л. М. Фалейчик // Вестник Забайкальского государственного университета. 2020. Т. 26, № 6. С. 125—136.

7. Горохов А. В., Путилов В. А. Шестаков А. А. Системная динамика в управлении региональным развитием (на примере Мурманской области) // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: тр. 6-й Междунар. конф. Самара: СНЦ РАН, 2004. С. 370—375.

8. Стратегия социально-экономического развития Красноярского края до 2030 года. Красноярск, 2016. URL: http://www.krskstate.ru/2030/plan (дата обращения 06.02.2021).

9. Лычкина Н. Н. Компьютерное моделирование социально-экономического развития регионов в системах поддержки принятия решений // Материалы III Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления» SICPRO'04. М.: ИПУ РАН, 2004.

10. Маслобоев А. В., Олейник А. Г., Шишаев М. Г. Информационная технология дистанционного формирования и управления моделями системной динамики // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2015. № 4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnaya-tehnologiya-distantsionnogo-formirovaniya-i-upravleniya-modelyami-sistemnoy-dinamiki (дата обращения 06.02.2021).

11. Новыш Б. В., Юрча И. А. Имитационная модель оценки экономического потенциала регионов // Экономика. Управление. Инновации. 2020. Т. 7, № 1. С. 88—94.

12. Омаров Ш. А. О. Системно-динамическая модель устойчивого развития региона // Бизнес-информатика. 2012. № 12. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sistemno-dinamicheskaya-model-ustoychivogo-razvitiya-regiona. (дата обращения 06.02.2021).

13. Патракеева О. Ю., Крюков С. В. Системно-динамическая модель экономики региона (на примере Ростовской области) // Проблемы прогнозирования. 2016. № 3 (156). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sistemno-dinamicheskaya-model-ekonomiki-regiona-na-primere-rostovskoy-oblasti. (дата обращения 06.02.2021).

14. Сушко Е. Д. Мультиагентная модель региона: концепция, конструкция и реализация: монография. М.: ЦЭМИ РАН. 2012. 54 с. (Препринт / Учреждение Рос. акад. наук; Центр. экономико-мат. ин-т РАН; № WP/2012/292).

15. Системная динамика регионального развития: подходы к моделированию блока экономики (на примере Еврейской автономной области) / Е. Я. Фрисман, М. Ю. Хавинсон, С. В. Аносова, Б. Е. Фишман, Г. И. Петров // Пространственная экономика. 2007. № 3. С. 134—146.

16. Подход к организации поддержки принятия решений при разработке стратегий инновационного развития регионов с применением адаптивно-имитационной модели / Л. Р. Черняховская, М. М. Низамутдинов, В. В. Орешников, А. Р. Атнабаева // Бизнес-информатика. 2019. Т. 13, № 3. С. 20—34.

## Сведения об авторах

**Бабина Ольга Ивановна** — эксперт научно-исследовательской части департамента науки и инновационной деятельности Сибирского федерального университета, Красноярск, Россия. babina62@yandex.ru

**Владимирова Ольга Николаевна** — доктор экономических наук, профессор, кафедра бухгалтерского учета, анализа и аудита Сибирского федерального университета, Красноярск, Россия. olgav@akadem.ru

*Bulletin of Chelyabinsk State University.*
*2021. № 6 (452). Economic Sciences. Iss. 73. Pp. 71—80.*

# SYSTEM-DYNAMIC MODEL OF SOCIAL AND ECONOMICAL DEVELOPMENT OF THE REGION (USING THE EXAMPLE OF THE KRASNOYARSK TERRITORY)

***O. I. Babina***
*Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia. babina62@yandex.ru*

***O. N. Vladimirova***
*Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia. olgav@akadem.ru*

The paper presents a system-dynamic model of social and economical development of the region, implemented in the Vensim PLE software. The purpose of the simulation is to develop a set of models of social and economical development of the Krasnoyarsk Region, which allows to calculate the main social, economic and financial indicators of the subject for various scenarios of the development of the region's economy and evaluate events aimed at improving its effectiveness. The paper provides an extended analysis of the obtained results of simulation, as well as their economic interpretation. The proposed model allows conducting experiments with strategies for the social and economical development of the region and timely assess the consequences of management decisions at the meso-levels.

**Keywords:** *simulation, model, region, strategic planning, regional development scenarios, system dynamics, system dynamics' model, streaming process.*

## References

1. Babina O. I. (2018) *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta*, no. 3 (413), pp. 70—77 [in Russ.].
2. Babina O. I. (2021) Obzor sistemno-dinamicheskikh modeley v strategicheskom planirovanii regiona [Overview of system-dynamic models in strategic planning of the region]. Gumanitarnye chteniya [Humanitarian readings]. Pp. 25—31 [in Russ.].
3. Babina O. I., Vladimirova O. N. (2017) *Russian Journal of Management*, vol. 5, no. 4, pp. 530—541 [in Russ.].
4. Bateykin D. V. (2016) *Novoe slovo v nauke: perspektivy razvitiya*, no. 1—2 (7), pp. 207—213 [in Russ.].
5. Beklaryan G. L. (2019) *Ekonomika i matematicheskie metody*, vol. 55, no. 3, pp. 47—61. Available at: https://emm.jes.su/s042473880005769-4-1 [in Russ.].
6. Glazyrina I. P., Zabelina I. A., Faleychik A. A., Faleychik L. M. (2020) *Bulletin of Transbaikal State University*, vol. 26, no. 6, pp. 125—136 [in Russ.].
7. Gorokhov A. V., Putilov V. A. Shestakov A. A. (2004) Sistemnaia dinamika v upravlenii regional'nym razvitiem (na primere Mooremanskoy oblasti) [System Dynamics in Regional Development Management (on the Example of the Murmansk Region)]. Problemy upravleniia i modelirovaniia v slozhnykh sistemakh [Problems of management and modeling in complex systems]. Samara. Pp. 370—375 [in Russ.].
8. (2015) Kontseptsiya promyshlennoy politiki Krasnoyarskogo kraya do 2030 goda [Concept of industrial policy of the Krasnoyarsk Territory until 2030]. Krasnoyarsk. Available at: http://www.krskstate.ru/promtorg/strateg, accessed 06.02.2021 [in Russ.].
9. Lychkina N. N. (2004) Komp'yuternoe modelirovanie sotcial'no-ekonomicheskogo razvitiia regionov v sistemakh podderzhki priniatiia resheniy [Computer modeling of socio-economic development of regions in decision support systems]. Materialy III Mezhdunarodnoy konferentcii "Identifikatciia sistem i zadachi upravleniia" [Materials of the III International Conference "Identification of Systems and Management Tasks" SICPRO'04]. Moscow [in Russ.].
10. Masloev A. V., Oleinik A. G., Shishaev M. G. (2015) *Nauchno-tekhnicheskiy vestnik informatcionnykh tekhnologiy, mehaniki i optiki*, no. 4. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnaya-tehnologiya-distantsionnogo-formirovaniya-i-upravleniya-modelyami-sistemnoy-dinamiki, accessed 06.02.2021 [in Russ.].

11. Novysh B. V., Yurcha I. A. (2020) *Ekonomika. Upravleniye. Innovatcii*, vol. 7, no. 1, pp. 88—94 [in Russ.].

12. Omarov Sh. A. O. (2012) *Biznes-informatika*, no. 12. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/sistemno-dinamicheskaya-model-ustoychivogo-razvitiya-regiona, accessed 06.02.2021 [in Russ.].

13. Patrakeeva O. Yu., Kryukov S. V. (2016) *Problemy prognozirovaniya*, no. 3 (156). Available at https://cyberleninka.ru/article/n/sistemno-dinamicheskaya-model-ekonomiki-regiona-na-primere-rostovskoy-oblasti, accessed 06.02.2021 [in Russ.].

14. Sushko E. D. (2012) Mul'tagentnaja model' regiona: koncepcija, konstrukcija i realizacija [Multi-agent model region: concept, design and implementation]. Moscow. 54 p. [in Russ.].

15. Friesman E. Ya., Havinson M. Yu., Anosova S. V., Fishman B. E., Petrov G. I. (2007) *Prostranstvennaya ekonomika*, no. 3, pp. 134—146 [in Russ.].

16. Chernyakhovskaya L. R., Nizamutdinov M. M., Oreshnikov V. V., Atnabaeva A. R. (2019) *Biznes-informatika*, vol. 13, no. 3, pp. 20—34 [in Russ.].