Моделирование негативного воздействия чрезвычайных ситуаций на продовольственную безопасность регионов.

Д.э.н. Сиптиц С.О.

Д.э.н. Романенко И.А.

К.э.н. Евдокимова Н.Е.

Обеспечение продовольственной безопасности регионов России, поддержание ее на высоком и устойчивом уровне, минимизация рисков ее ухудшения в связи с проявлением негативных эффектов при возникновении чрезвычайных ситуаций в сельском хозяйстве – задача актуальная и комплексная.

Согласно действующей Доктрине продовольственной безопасности при оценке ее уровня следует учитывать следующие факторы:

а) в сфере потребления:

- располагаемые ресурсы домашних хозяйств по группам населения;
- обеспеченность площадями для осуществления торговли и организации питания в расчете на 1000 человек;
- потребление пищевых продуктов в расчете на душу населения;
- объемы адресной помощи населению;
- суточная калорийность питания человека;
- количество белков, жиров, углеводов, витаминов, макро- и микроэлементов, потребляемых человеком в сутки;
- индекс потребительских цен на пищевые продукты;

б) в сфере производства и национальной конкурентоспособности:

- объемы производства сельскохозяйственной и рыбной продукции, сырья и продовольствия;
- импорт сельскохозяйственной и рыбной продукции, сырья и продовольствия;

- бюджетная поддержка производителей сельскохозяйственной и рыбной продукции, сырья и продовольствия в расчете на рубль реализованной продукции;
- продуктивность используемых в сельском хозяйстве земельных ресурсов;
- объемы реализации пищевых продуктов организациями торговли и общественного питания;

в) в сфере организации управления:

- объемы продовольствия государственного материального резерва, сформированного в соответствии с нормативными правовыми актами Российской Федерации;
- запасы сельскохозяйственной и рыбной продукции, сырья и продовольствия.

Таким образом, с формальной точки зрения оценка уровня продовольственной безопасности может рассматриваться как результат применения некоторого оператора, который отображает значения перечисленных факторов не шкалу, принятую для ее измерения.

Следует также отметить, что между единичными факторами и критерием продовольственной безопасности, как правило, нет прямых связей. На рисунке 1 показаны структурные связи между факторами, определяющими состояние продовольственной безопасности.

Как можно заметить, на данной структурной схеме введены дополнительные факторы, без рассмотрения которых получение содержательных результатов по оценке влияния ЧС на продовольственную безопасность было бы малопродуктивным. Наибольший ущерб аграрному сектору экономики приносят ЧС природного происхождения: экстремальные погодные явления, вредоносные биологические объекты и т.п. Анализ данных Минсельхоза России об ущербе от чрезвычайных ситуаций в сельском хозяйстве Российской Федерации за ряд лет показывает, что ежегодно сельскому

хозяйству причиняется ущерб в размере от 15,4 до 28, 9 млрд. руб., при этом ущерб от природных ЧС составляет 95 и более процентов от всех видов ЧС.

Значительная часть чрезвычайных ситуаций природного характера в АПК России вызывается опасными метеорологическими явлениями и процессами, к которым относятся: засуха, крупный град, заморозки, ледяная корка, сильные дожди, сильные ветры, сильные морозы, весенние половодья и др. Средняя многолетняя частота возникновения ЧС от этих явлений составляет 125 в год.

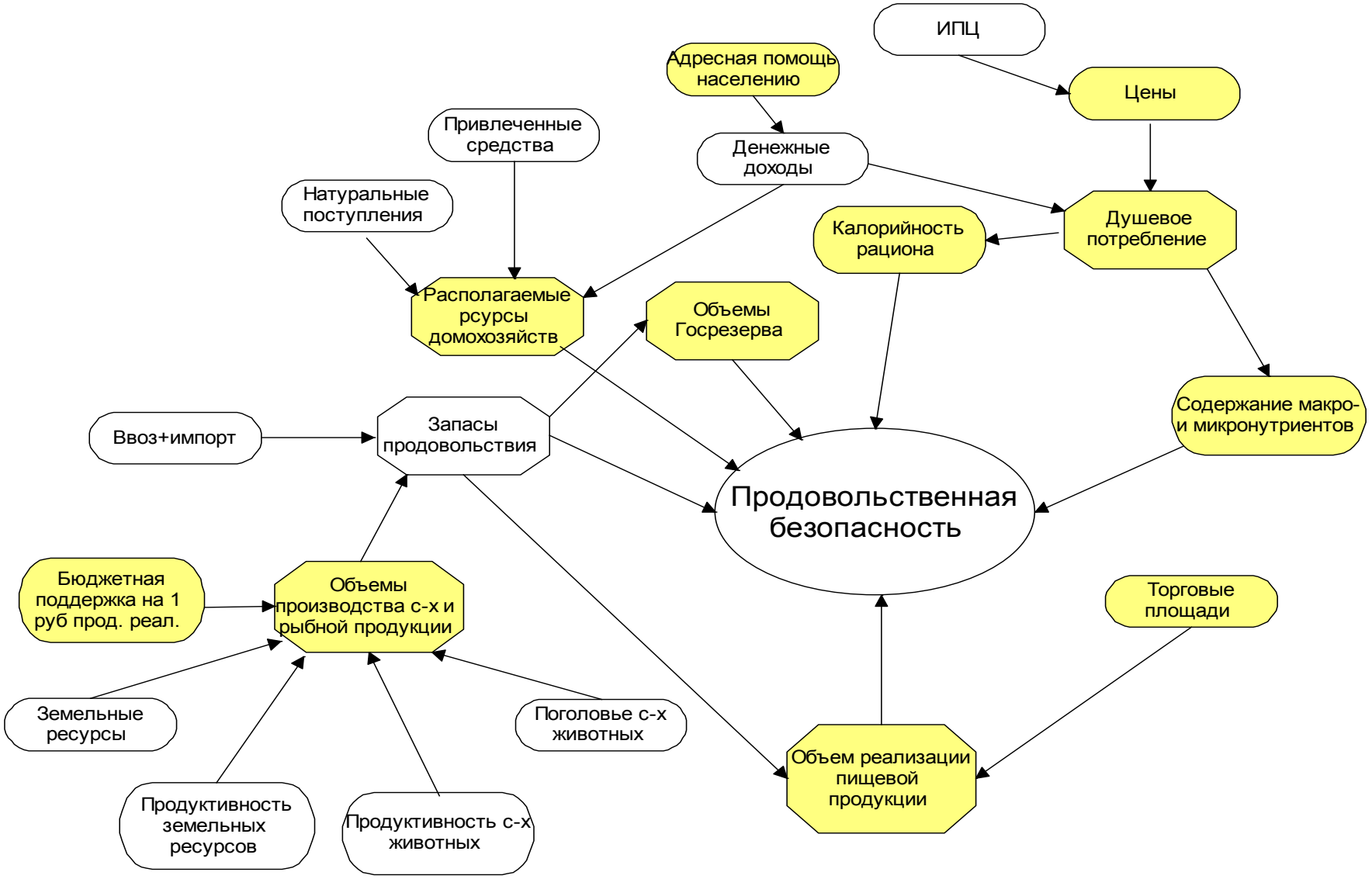


Рисунок 1. Структурная схема, поясняющая отношения в системе «продовольственная безопасность – факторы ее определяющие».

Для учета влияния ЧС природного генеза, очевидно, необходимо иметь в своем распоряжении полный перечень ЧС, свойства которых будут сопрягаться с факторами, отображенными на внешней оболочке структурной схемы. Степень выраженности вредоносного влияния ЧС и порождаемый ею ущерб, таким образом, вполне естественно представить в виде причинно-следственных связей между кортежем {тип ЧС; свойство 1$\Rightarrow$ факторы, на которые влияет свойство 1; степени выраженности негативных эффектов от влияния свойства 1 на множество связанных с ним факторов; свойство 2$\Rightarrow$…. и т.д.}. Влияние ЧС на продовольственную безопасность наглядно показано на рисунке 2.

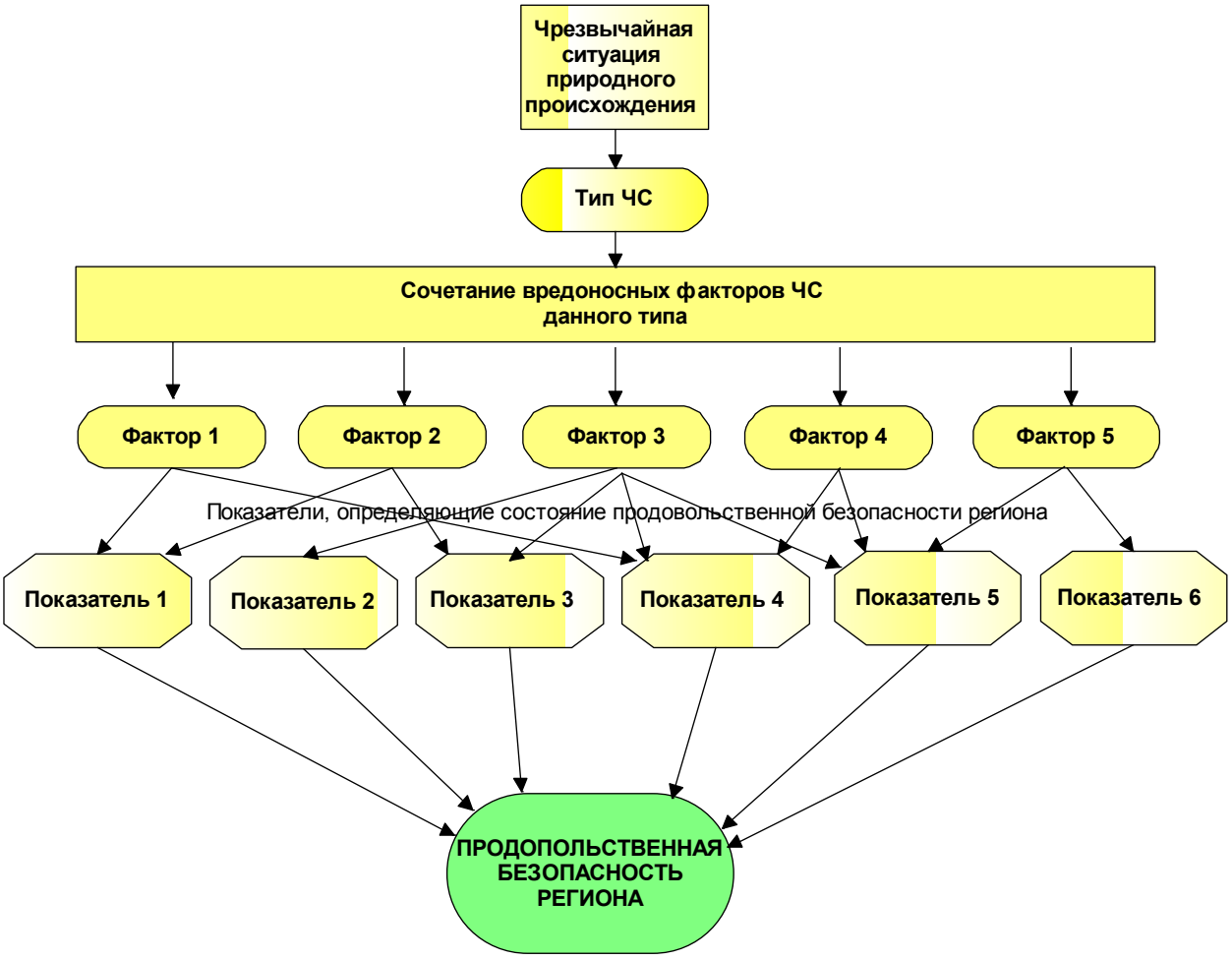


Рисунок 2. Модель влияния ЧС на продовольственную безопасность

Оценивая неблагоприятные воздействия ЧС природного происхождения на состояние продовольственной безопасности региона необходимо учесть, что конечный эффект таких воздействий может зависеть от значений факторов, не сопряженных с проявлениями ЧС. Примером может служить снижение уровня продовольственной безопасности из-за наличия эпизоотии африканской чумы свиней в регионе в сочетании с высокими экспортными ценами (экономический, а не природный фактор!) на свинину и «живок».

Приступим теперь к обоснованию способа агрегирования разнородной и разнокачественной информации в системе «ЧС – изменение показателей продовольственной безопасности – изменение уровня продовольственной безопасности».

Для описания эффектов распространения негативных воздействий на продовольственную безопасность со стороны ЧС воспользуемся возможностями, которые нам предоставляют экспертные системы и методы нечеткого моделирования. Для этого имеются достаточно оснований, так как в системе отношений между продовольственной безопасностью и факторами ее определяющими, сочетаются хорошо определенные количественные закономерности (производство продукции, материальный баланс, запасы) и связи, о которых можно судить только с той или иной степенью уверенности (например, алиментарный состав рациона питания населения, физическая доступность продовольствия и пр.).

Методология нечеткого моделирования изложена во многих работах, например, в [1]. Нужно отметить, что ядром системы нечеткого вывода является база знаний, образованная правилами продукции. Формально этот элемент основан на знаниях экспертов о той или иной предметной области. Например:

ПРАВИЛО 1: Если Индекс потребительских цен = «Быстрый рост» **И** Душевые доходы = «Низкие» **И** Адресная помощь населению = «Плохая» **ТО** Располагаемые ресурсы = «Крайне малы»

Применительно к обсуждаемой в данной работе задаче, когда характер многих (но далеко не всех!) отношений в системе известен в виде экономических закономерностей, целесообразно применить смешенный подход, детали которого будут ясны из дальнейшего.

В таблице 1 сведены все используемые в данной экспертной системе переменные и их характеристики.

Таблица 1. Переменные экспертной системы и их свойства

№	Наименование переменных	Единицы измерения	Минимальное значение	Максимальное значение
1	Адресная помощь населению	доли прожиточного минимума	0,05	1,8
2	Душевые доходы	То же	0,7	10
3	Привлеченные средства	То же	0,1	3
4	Натуральные поступления	То же	0,06	1,8
5	Располагаемые ресурсы домохозяйства	То же	0,91	16,6
6	Торговые площади	в % нормативных значений	20	90
7	ИПЦ	%	1	15
8	Цены на продовольствие	доли душевого дохода на покупку продкорзины	0,2	0,9
9	Душевое потребление	доли стоимости мед. обоснованной корзины	0,6	1,7
10	Калорийность рациона	ккал/сут	900	2600
11	Содержание микро- и макронутриентов	отн. откл. от нормы, %	2	25
12	Бюджетная поддержка производителя на 1 руб продукции реализации	доли	0,03	0,9
13	Размер земельных ресурсов	га/чел	0,02	3
14	Продуктивность земельных ресурсов	Ц.зерн. ед/га	10	70
15	Поголовье с-х животных	усл.гол/чел	0	1,7
16	Продуктивность с-х животных	кг белка/чел/год	30	350
17	Объемы производства продовольствия	доли стоимости продкорзины	0,2	3
18	Ввоз+импорт в рассчете на душу населения	доли стоимости продкорзины	0,2	3
19	Объемы реализации пищевой продукции	доли стоимости продкорзины	0,2	3
20	Запасы продовольствия в долях нормативного	доли	0,2	3
21	Объемы Госрезерва вдолях нормативных	доли	0,2	3
22	ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	баллы	0	100

Каждой сущности из таблицы 1 поставлена в соответствие одноименная лингвистическая переменная с пятью термами, например: «Душевые доходы» (в долях прожиточного минимума) = {«Крайне низкие» (0,7-1,2), «низкие» (1-2), «средние» (1,8 – 3,5), «большие»(3 – 7), «очень большие» (6 – 10)}.

База знаний экспертной системы формировалась следующим образом:

1. Из структурной схемы (рисунок 1) последовательно выделялись отдельные элементы, представляющие собой отношения между сущностями вида «много к одному» или «один к одному».
2. Разрабатывались анкеты, в которых эксперту предлагалось определенным сочетаниям термов входных лингвистических переменных поставить в соответствие терм-значение выходной переменной.
3. Каждому терму, определенному на соответствующем интервале ставился набор нормально распределенных случайных чисел из этого интервала.
4. Полученные массивы данных обрабатывались статистически с построением уравнений регрессии, форма которых выбиралась из содержательных соображений.

Нужно отметить, что в случае большой размерности (>3 входных переменных) из-за наличия психологических особенностей экспертов в анкеты включались сочетания не более 3 переменных. Это вызывает необходимость в аккумулировании частных заключений, которое выполнялось в форме среднего геометрического.

Приведем полученные, таким образом, зависимости, составляющие базу знаний экспертной системы.

$$V = 0{,}402 + {,}0026g + {,}31N + {,}42G + {,}64S)(1 + {,}17(b - {,}03)) \qquad (1)$$

Где V,g,N,G,S,b - объемы производства продовольствия, продуктивность земельных ресурсов, продуктивность и поголовье с-х. животных,

продуктивность земельных ресурсов, размер земельных ресурсов, размер бюджетной поддержки, соответственно.

$$p = ,19\left(\frac{D}{C}\right)^{,9} \quad (2)$$

Где D,C – душевой доход и цена, соответственно.

$$C = ,631 - ,094v + ,021ИПЦ - ,0076v * ИПЦ \quad (3)$$

Где v,ИПЦ – ввоз продовольствия в регион и индекс потребительских цен.

$$K = 00 + 545(p - ,6) \quad (4)$$

$$\Delta = ,14(0,01K)^2 - ,95K + 7,5 \quad (5)$$

Где K, Δ- калорийность и показатель сбалансированности рациона.

Показатель продовольственной безопасности региона оценивается по 100 балльной шкале и определяется по формуле:

$$ПБ = 40,2H \quad (6)$$

$$H = \left(\frac{(z - z_2)(ГР - ГР_2)(r - r_2)(K - K_2)(\Delta - \Delta_2)(R - R_2)}{(z_1 - z_2)(ГР_1 - ГР_2)(r_1 - r_2)(K_1 - K_2)(\Delta - \Delta_2)(R_1 - R_2)}\right)^{,6} \quad (7)$$

Где *z, ГР, r, R*- запасы продовольствия в регионе, запасы продовольствия в госрезервах, располагаемые ресурсы населения, объем реализации пищевой продукции, соответственно; индексами 1 и 2 обозначены их максимальные и минимальные значения.

Таким образом, получено выражение для продовольственной безопасности регионов, в виде нелинейной функции 13 переменных. Степень ее нелинейности иллюстрируется на рисунке 3, который получен в результате линейной аппроксимации серии испытаний методом Монте-Карло, состоящей из 9000 вычислений ПБ при случайном варьировании 13 ее аргументов.

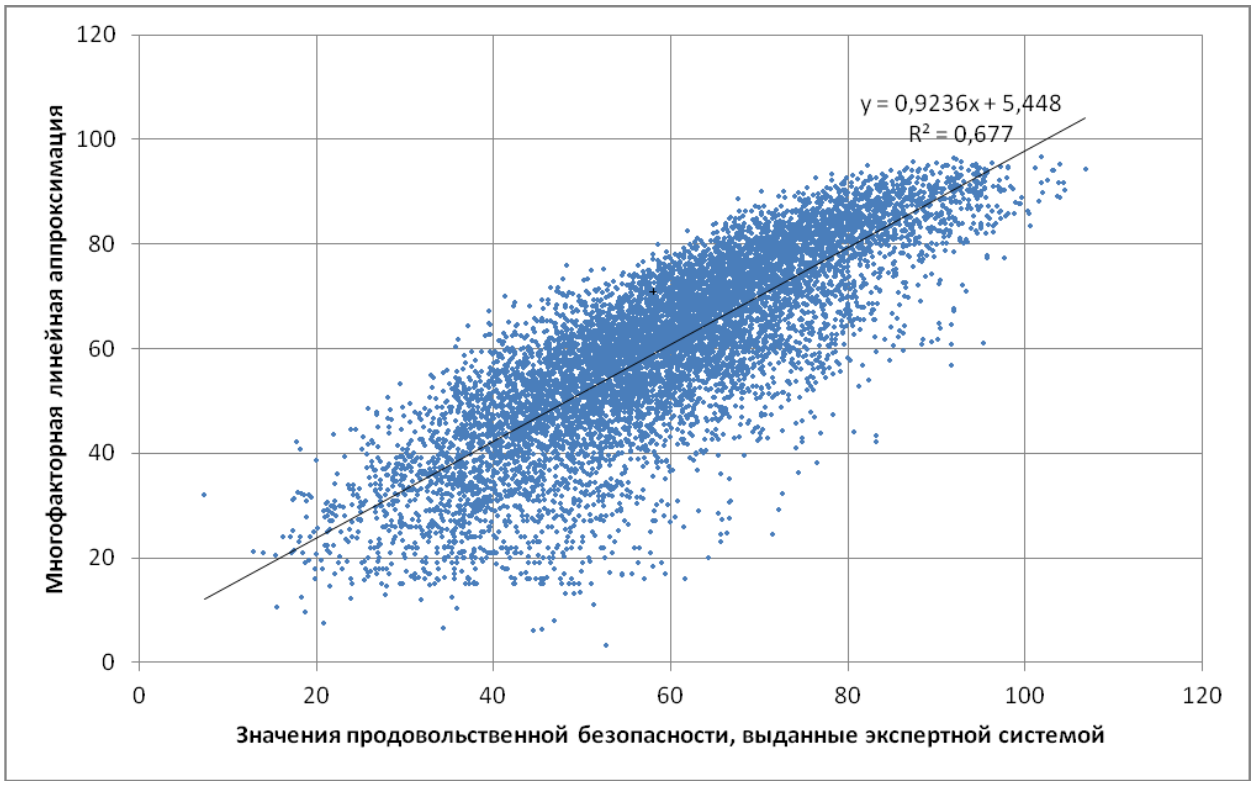


Рисунок 3. Результаты оценок ПБ методом Монте-Карло.

Используем теперь этот инструмент для оценки изменения степени продовольственной безопасности региона при возникновении чрезвычайной ситуации. Сформируем следующие сценарные условия.

В результате засухи потери урожайности большинства сельскохозяйственных культур в регионе составили около 70%, что привело к дефициту кормов, вынужденному забою части молочного стада (25%) и снижению продуктивности на 40%. Исходное состояние ПБ модельного региона и его состояние «после ЧС» приведены в таблице 2.

№	Наименование переменных	Единицы измерения	До ЧС	После ЧС
1	Адресная помощь населению	доли прожиточного минимума	0,1	0,3
2	Душевые доходы	То же	4,5	3,8
3	Привлеченные средства	То же	0,7	0,4
4	Натуральные поступления	То же	0,6	0,3
5	Располагаемые ресурсы домохозяйства	То же	5,9	4,7
6	Торговые площади	в % нормативных значений	47	47

№	Наименование переменных	Единицы измерения	До ЧС	После ЧС
7	ИПЦ	%	4,3	6,7
8	Цены на продовольствие	доли душевого дохода на покупку продкорзины	0,56	0,87
9	Душевое потребление	доли стоимости мед. обоснованной корзины	1,26	1,17
10	Калорийность рациона	ккал/сут	1921,4	1790,0
11	Содержание микро- и макронутриентов	отн. откл. от нормы, %	3,5	4,7
12	Бюджетная поддержка производителя на 1 руб продукции реализации	доли	0,15	0,2
13	Размер земельных ресурсов	га/чел	1,2	1,2
14	Продуктивность земельных ресурсов	Ц.зерн.ед/га	17	0,7
15	Поголовье с-х животных	усл.гол/чел	0,7	0,51
16	Продуктивность с-х животных	кг белка/чел/год	90	72
17	Объемы производства продовольствия	доли стоимости продкорзины	2,46	1,29
18	Ввоз+импорт в рассчете на душу населения	доли стоимости продкорзины	0,6	0,9
19	Объемы реализации пищевой продукции	доли стоимости продкорзины	1,2	1
20	Запасы продовольствия в долях нормативного	доли	1,82	1,02
21	Объемы Госрезерва вдолях нормативных	доли	1,8	1,8
22	**ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**	**баллы**	**47,39**	**41,60**

В данных сценарных условиях продовольственная безопасность региона снизилась с 47,39 до 41,60 или на 12,2% от исходного уровня.

1.Леоненков А. Нечеткое моделирование в среде Matlab и FuzzyTech. «БХВ-Петербург», Санкт-Петербург, 2005 г., 725 с.