

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
Факультет Вычислительной Математики и Кибернетики
Кафедра Вычислительных Методов



Дипломная работа студента 505 группы
Утешева Дильшата Райкановича

***«Моделирование систем общественного воспроизводства
в глобальном масштабе»***

Научный руководитель:
д.с.н, к.ф.-м.н., доцент
Шведовский Вячеслав Анатольевич

Москва
2013

Постановка задачи

Рассматривается проблема влияния социальных переменных на мировую динамику общественного воспроизводства.



**Базовая
модель**



Социальная
напряженность
«С»

Полученная модель была применена только
для стран Таможенного Союза:



Исследование полученной модели:

- 1 Исследование модели на частичную устойчивость, поскольку динамика показателей системы общественного воспроизводства стран Таможенного Союза есть система развития.
- 2 Представление модели в конечно-разностных уравнениях и проведение вычисли-те-ль-ного эксперимента для двух глобальных сценариев:

В 1-ом случае начальная точка отсчета обучающей последовательности – 1950 год, а конечная – 2005 год.

Во 2-ом случае начальная точка отсчета обучающей последовательности – 2000 год, а конечная – 2010 год.

Построение различных прогнозных сценариев – пессимистического, оптимистического и инерционного.

- 3 Определение влияния социальной напряженности как на численность населения, так и на динамику ВВП и другие переменные.

В основании модели положен ряд постулатов, разработанных при формализации модели мировой динамики В.А.Садовниченко, А.А.Акаева, А.В.Коротаева, Г.Г.Малинецкого.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dN}{dt} = k_N \cdot T \cdot N \cdot (1 - E) \\ \frac{dE}{dt} = k_E \cdot T \cdot E \cdot (1 - E) \\ \frac{dT}{dt} = k_T \cdot T \cdot N \\ Y = e \cdot N \cdot T \end{array} \right.$$

Дополнение модели следующими постулатами:



I

Скорость изменения уровня численности населения зависит прямо пропорционально от численности населения и воспроизводственной функции, представляющей собой разницу между коэффициентами рождаемости и смертности. Также при росте уровня грамотности и уровня социальной напряженности, численность населения уменьшается.

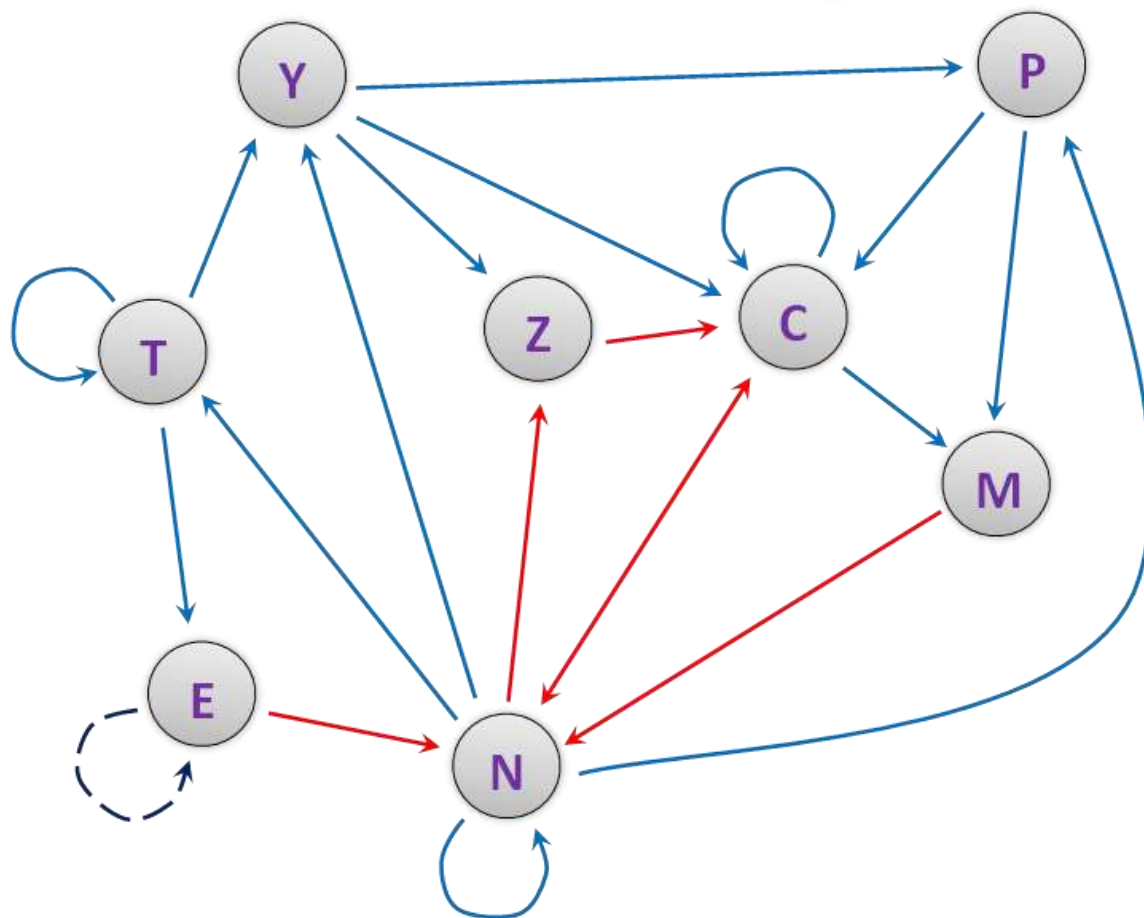
II

Скорость изменения уровня социальной напряженности прямо пропорциональна самому уровню, а также сумме: между уровнем загрязнения окружающей среды, детерминирующего уровень заболеваемости в данном регионе, и разницей прожиточного минимума и средней величины зарплаты.

III

Скорость изменения уровня смертности растет с увеличением степени загрязнения окружающей среды и уровня социальной напряженности.

Ориентированный граф модели (связь между переменными модели)



- - положительное влияние,
- - отрицательное влияние,
- -> - (±) зависит от сценария,
либо влияние положительное,
либо отрицательное.

N – численность населения
E – уровень грамотности
T – уровень развития технологий
Y – уровень ВВП
C – уровень социальной напряженности
P – уровень загрязнения окружающей среды
Z – величина средней заработной платы
M – уровень смертности

Система уравнений нелинейной модели динамики развития ТС

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dN}{dt} = k_N \cdot N \cdot (b_0 \cdot (1 + e^{-C}) - M) \cdot (1 - E) \\ \frac{dE}{dt} = k_E \cdot T \cdot E \cdot (1 - E) \\ \frac{dT}{dt} = k_T \cdot T \cdot N \\ Y = k_Y \cdot \varepsilon_0 \cdot N \cdot T \\ \frac{dC}{dt} = k_C \cdot C \cdot \left(k_1 \cdot \frac{Y}{N} - Z + k_2 * P \right) \\ \frac{dP}{dt} = k_3 \cdot Y + k_4 \cdot N - k_5 - kP \cdot t \\ Z = k_Z \cdot \frac{Y}{\varepsilon_0 \cdot N} \\ \frac{dM}{dt} = k_M \cdot \left(\frac{dC}{dt} + \frac{dP}{dt} \right) \end{array} \right.$$

Частичная устойчивость

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dx_1}{dt} = kN \cdot x_1 \cdot (1 - x_2) \cdot (b_0 \cdot (1 + e^{-x_4}) - kM \cdot (x_4 + x_5) - m) \\ \frac{dx_2}{dt} = kE \cdot x_3 \cdot x_2 \cdot (1 - x_2) \\ \frac{dx_3}{dt} = kT \cdot x_3 \cdot x_1 \\ \frac{dx_4}{dt} = kC \cdot x_4 \cdot ((k_1 \cdot kY \cdot \varepsilon_0 - kZ \cdot kY) \cdot x_3 + k_2 \cdot x_5) \\ \frac{dx_5}{dt} = k_3 \cdot kY \cdot \varepsilon_0 \cdot x_1 \cdot x_3 + k_4 \cdot x_1 - k_5 - kP \cdot t \end{array} \right. \quad (*)$$

частное решение системы (*):

$$\left\{ \begin{array}{l} N_q = x_1^q = c_1 \\ E_q = x_2^q = 1 \\ T_q = x_3^q = e^{kT \cdot c_1 \cdot t} \\ C_q = x_4^q = e^{\frac{c_2}{kT \cdot c_1} \cdot e^{kT \cdot c_1 \cdot t} - \frac{c_3}{3} \cdot t^3} \\ P_q = x_5^q = \frac{c_4}{kT} \cdot e^{kT \cdot c_1 \cdot t} - \frac{kP}{2} \cdot t^2 \end{array} \right.$$

устойчиво относительно x_1, x_2, x_4 , то есть относительно переменных N, E, C и *неустойчиво* относительно x_3, x_5 , то есть относительно переменных T, P при конкретных условиях.

Прогноз

1-ый случай: обучающая последовательность 1950 – 2005 годы

Переменная	2010 (статистика)	2010 (эксперимент)	% отклонения от статистики 2010 года
N	0,1685	0,167	-0,89
E	0,996	0,997	0,1
T	215	218,1	1,44
Y	2,103	2,211	5,14
C	0,019	0,018	-5,26
P	0,447	0,466	4,25
Z	0,669	0,644	-3,74
M	13,79	13,233	-4,04

Прогноз

2-ой случай: обучающая последовательность 2000 – 2010 годы

Переменная	2011 (статистика)	2011 (эксперимент)	% отклонения от статистики 2011 года
N	0,1681	0,169	0,535
E	0,997	0,997	0
T	235	229,738	-2,24
Y	2,125	2,311	8,75
C	0,0196	0,019	-3,06
P	0,46	0,443	-3,7
Z	0,771	0,75	-2,72
M	13,17	14,481	9,95

Графики **уровня социальной напряженности** в случае оптимистического, пессимистического и инерционного сценариев для стран ТС
Период: 1950 – 2030 гг.

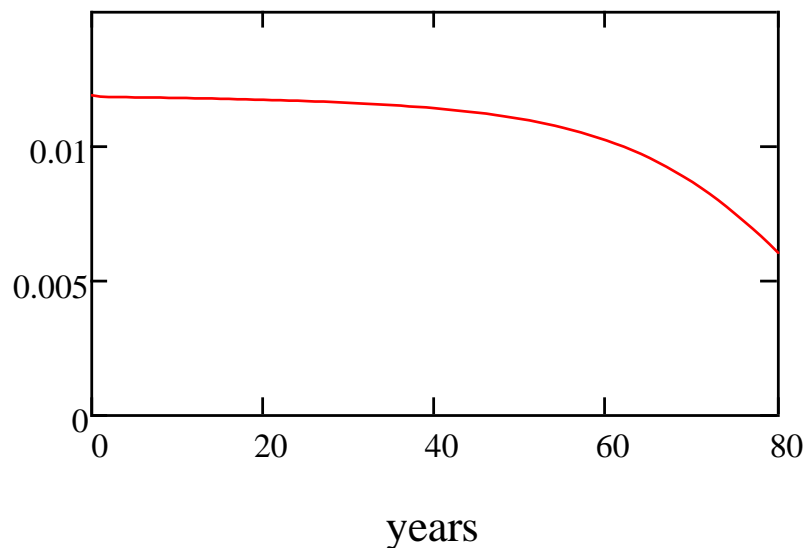
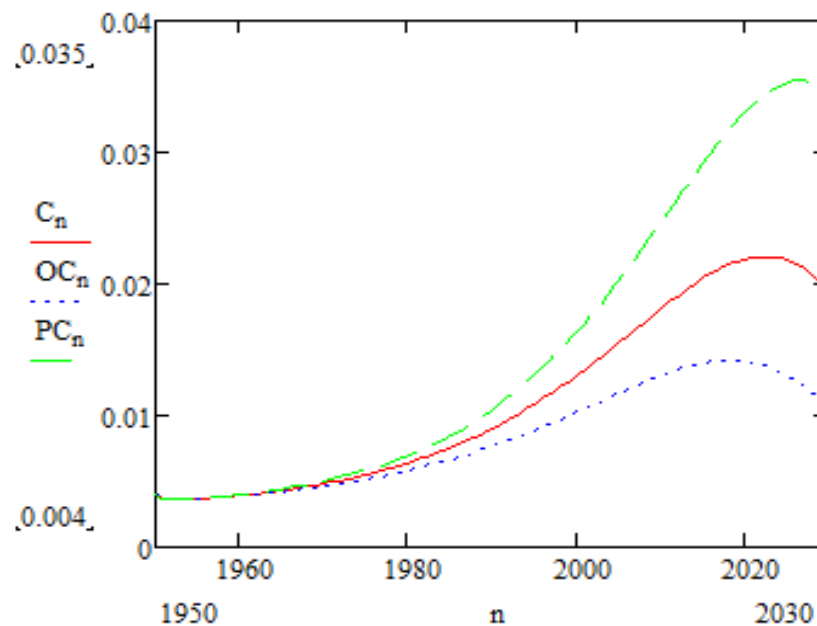
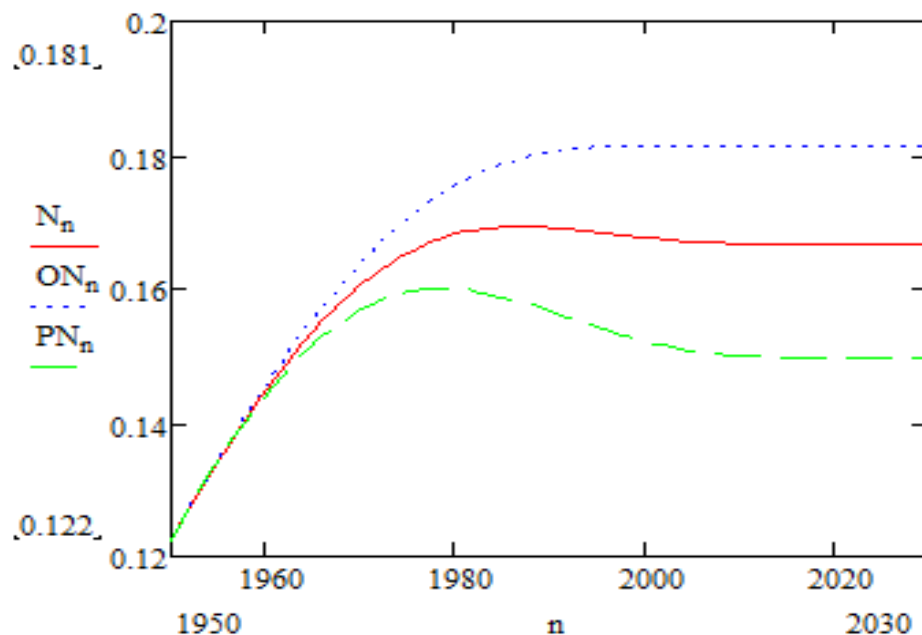
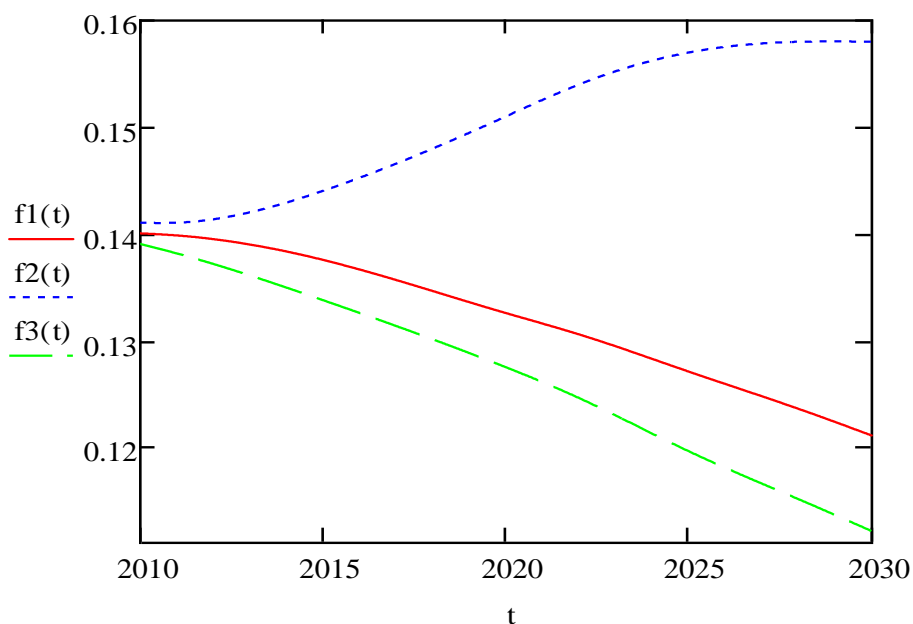


График **уровня социальной напряженности** для РК
Период: 1950 – 2030 гг.

Динамика численности населения в случае оптимистического, пессимистического и инерционного сценариев

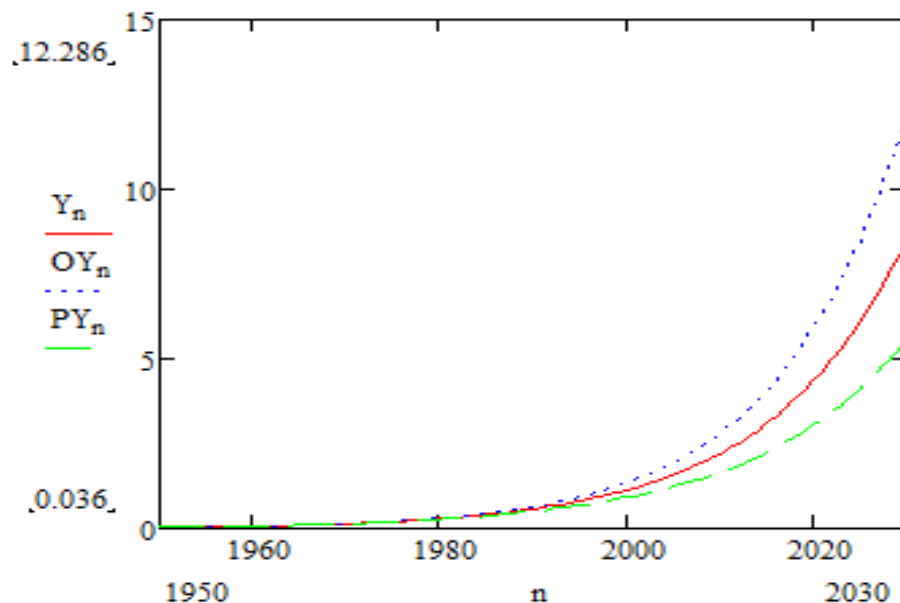
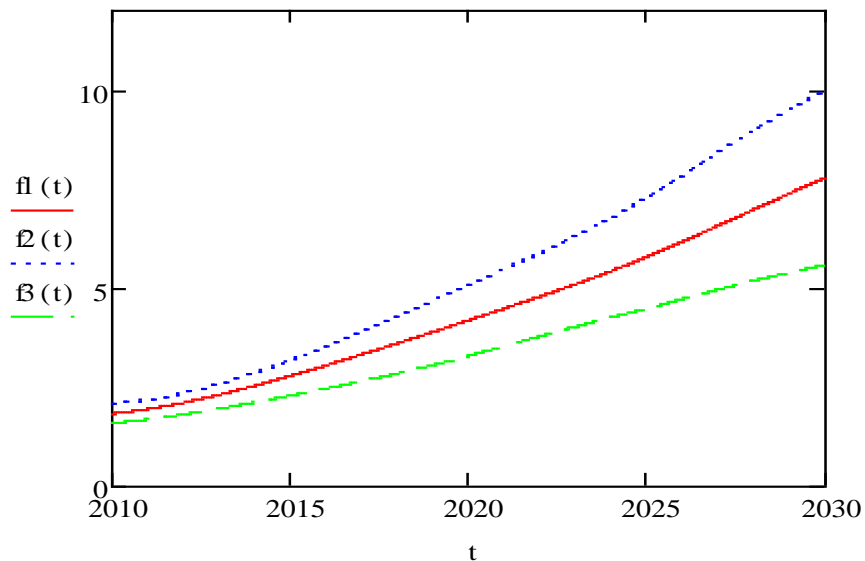
для стран ТС
(полученная модель)
Период: 1950 – 2030 гг.



для России
(базовая модель,
В.А.Садовничий, А.А.Акаев)
Период: 2010 – 2030 гг.

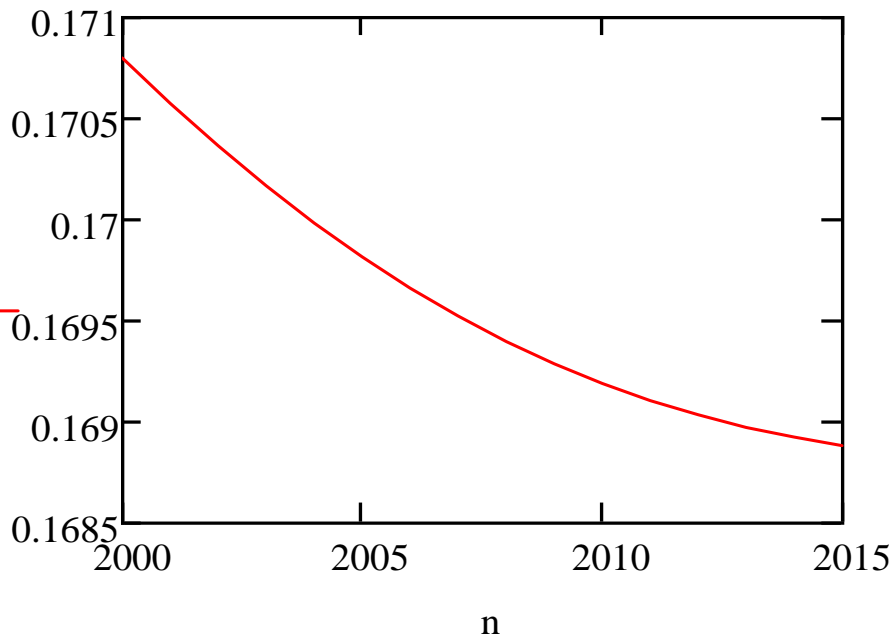
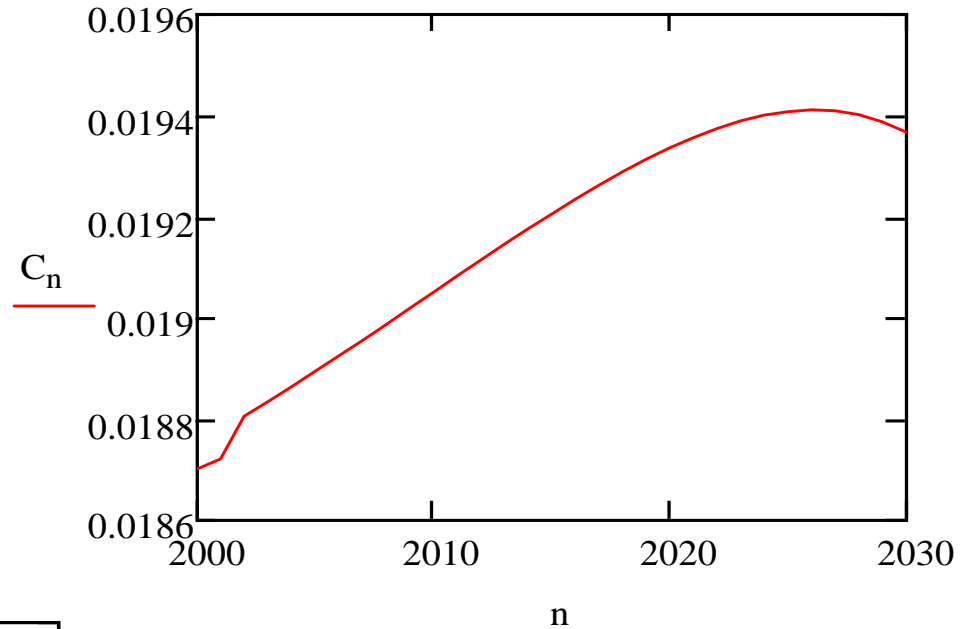
Уровень ВВП в случае оптимистического, пессимистического и инерционного сценариев

для стран ТС
(полученная модель)
Период: 1950 – 2030 гг.



для России
(базовая модель,
В.А.Садовничий, А.А.Акаев)
Период: 2010 – 2030 гг.

**График уровня социальной
напряженности
для стран ТС
Период: 2000-2030 гг.**



**Динамика численности
населения
для стран ТС
Период: 2000-2015 гг.**

Выводы и результаты математического моделирования

С учетом фактора социальной напряженности модифицирована базовая модель мировой динамики.

Построенная модель локализована для стран Таможенного Союза.

Аналитически исследована математическая модель развития социально-экономической ситуации стран ТС: **модель обладает частичной устойчивостью относительно переменных N , E , C при конкретных условиях.**

Социально-экономические выводы

Рост уровня технологий системы общественного воспроизводства детерминирует рост ВВП.

Рост ВВП обеспечивает преимущественно больший рост средней зарплаты по сравнению с прожиточным минимумом, рост которого, в свою очередь, обеспечивается ростом среднего дохода, что влечет за собой падение уровня социальной напряженности, начиная с 2022-ого года.

В оптимистическом и пессимистическом сценариях падение уровня социальной напряженности происходит после 2018-ого, и 2027-ого годов соответственно.

Численность населения убывает относительно быстро в период 1990 – 2010 годов, далее после 2010 года уровень численности населения стран ТС убывает с меньшей скоростью и стабилизируется в окрестности 167 млн. человек.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
Факультет Вычислительной Математики и Кибернетики
Кафедра Вычислительных Методов



Дипломная работа студента 505 группы
Утешева Дильшата Райкановича

***«Моделирование систем общественного воспроизводства
в глобальном масштабе»***

Научный руководитель:
д.с.н, к.ф.-м.н., доцент
Шведовский Вячеслав Анатольевич

Москва
2013