



ВОЛГОГРАДСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Нейросетевое прогнозирование структурных сдвигов в экономике в контексте Индустрии 4.0

д.э.н., проф. Е.А. Петрова  
Волгоград  
24 мая 2022 г.

Clurk, C.: The Conditions of Economic Progress. Macmillan, London (1957)

Kuznets, S.: Economic Growth of Nations. MA: Harvard University Press. Cambridge. (1971).

Baumol, W.: Macroeconomics of Unbalanced Growth: The Anatomy of Urban Crisis. American Economic Review. 57 (3), 415-426 (1967)

Hartwig, J.: Testing the Growth Effects of Structural Change. Structural Change and Economic Dynamics. 23 (1), 11-24 (2012).

Peneder, M.: Industrial Structure and Aggregate Growth. Structural Change and Economic Dynamics. 14 (4), 427-448 (2003)

Казинец Л.С. Темпы роста и структурные сдвиги в экономике. М: Экономика, 184 (1981)

Рябцев В.М., Чудилин Г.И. Региональная статистика. М: МИД, 380 (2001)

## Информационная база исследования:

1. Официальные данные Статистического отдела Организации Объединенных наций (The United Nations Statistics Division);
2. Аналитические отчеты Международного союза электросвязи (International Telecommunication Union — ITU) по информационно-коммуникационным технологиям за 2007-2018 гг.,
3. Статистические издания Федеральной службы государственной статистики (Росстат) «Регионы России. Социально-экономические показатели», «Россия в цифрах», «Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации» за период с 2005 по 2019 гг.

**интегральный коэффициент К. Гатева:**

$$K_t^\Gamma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{it} - x_{it-1})^2}{\sum_{i=1}^n x_{it}^2 + \sum_{i=1}^n x_{it-1}^2}} \quad (1)$$

где  $x_{it}$  – доля  $i$ -й отрасли в валовом показателе в период  $t$ ,  $x_{it-1} \geq 0$ ;  $x_{it} \geq 0$ ;

$n$  – количество элементов структуры

**критерий В. Рябцева:**

$$K_t^P = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{it} - x_{it-1})^2}{\sum_{i=1}^n (x_{it} + x_{it-1})^2}} \quad (2)$$

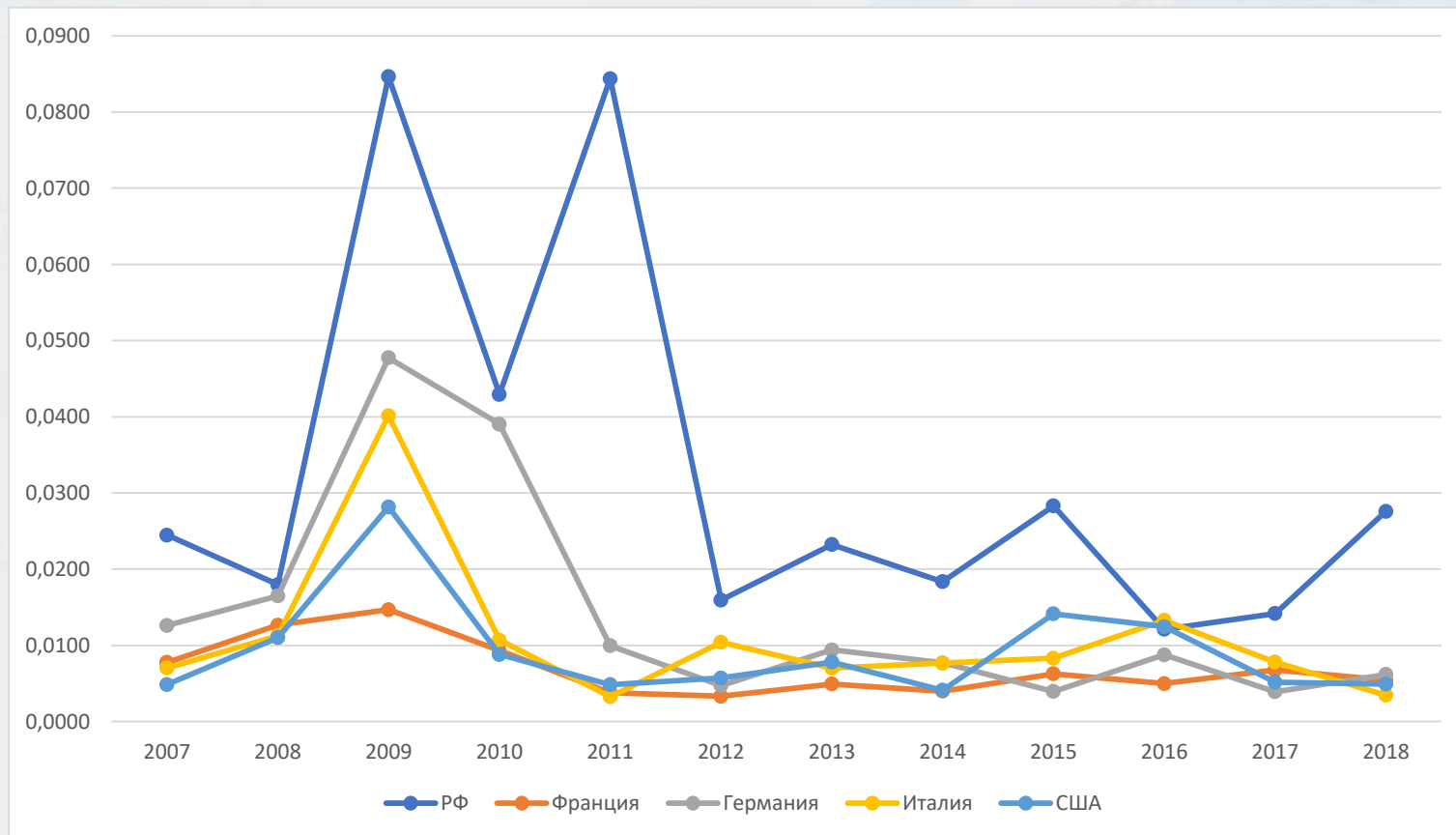
где  $x_{it}$  – доля  $i$ -й отрасли в валовом показателе в период  $t$ ,  $x_{it-1} \geq 0$ ;  $x_{it} \geq 0$ ;

$n$  – количество элементов структуры.

Значения коэффициентов структурных сдвигов исследуются по долям отраслевой структуры валовой добавленной стоимости, включающей 15 секторов экономики (по данным официальной статистики) и затратам на информационные и коммуникационные технологии по видам затрат на ИКТ с 2006 по 2018 г.

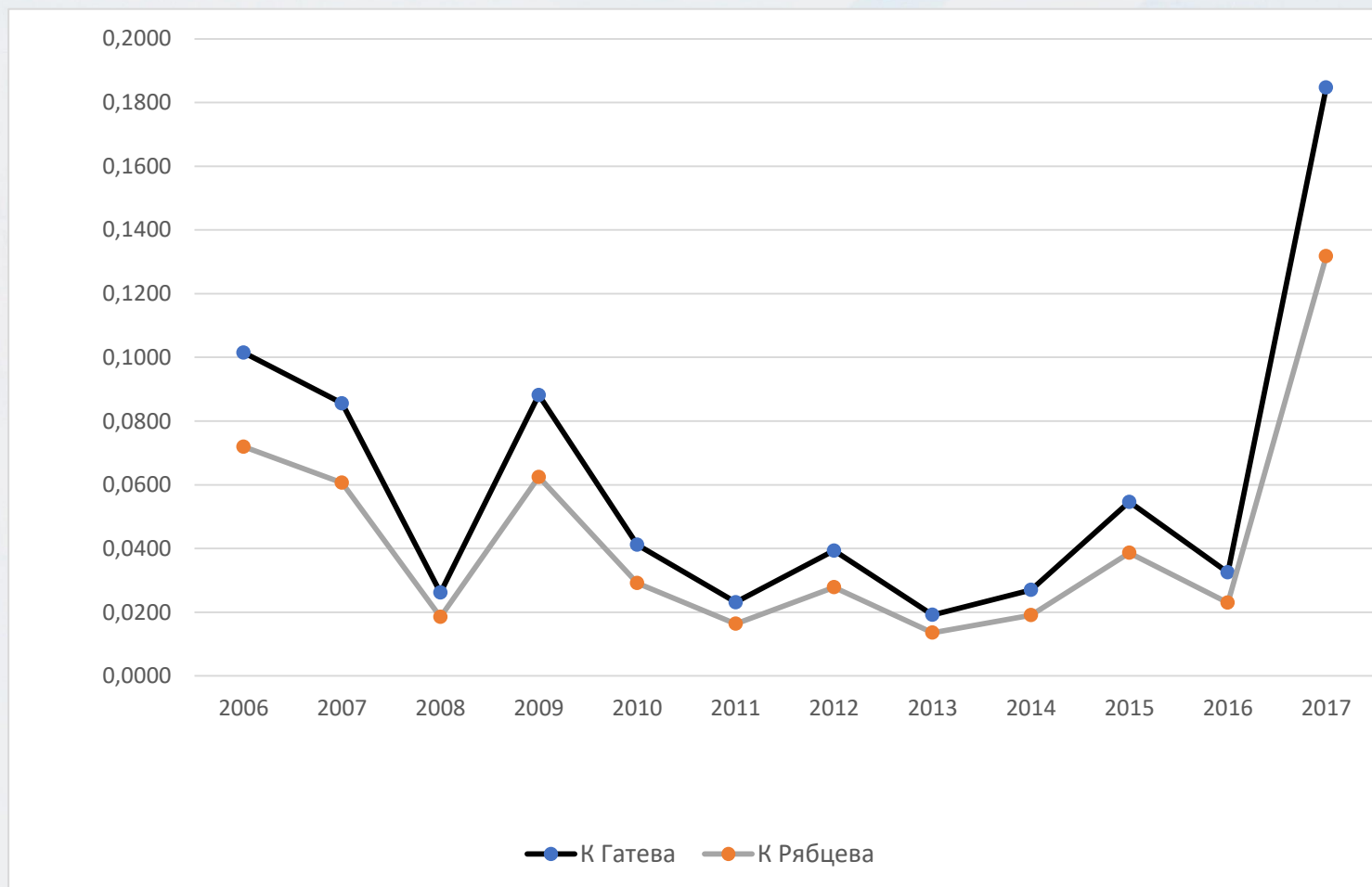
Выделены 4 группы регионов по показателям оценки общеэкономических условий функционирования субъектов РФ, учитывающих влияние информационных технологий: «лидеры», «развитые», «развивающиеся», «неустойчивые».

В качестве представителей каждой группы выделены соответственно следующие регионы: Республика Татарстан (1-я группа), Ростовская область (2-я группа), Тамбовская область (3-я группа) и Республика Адыгея (4-я группа).

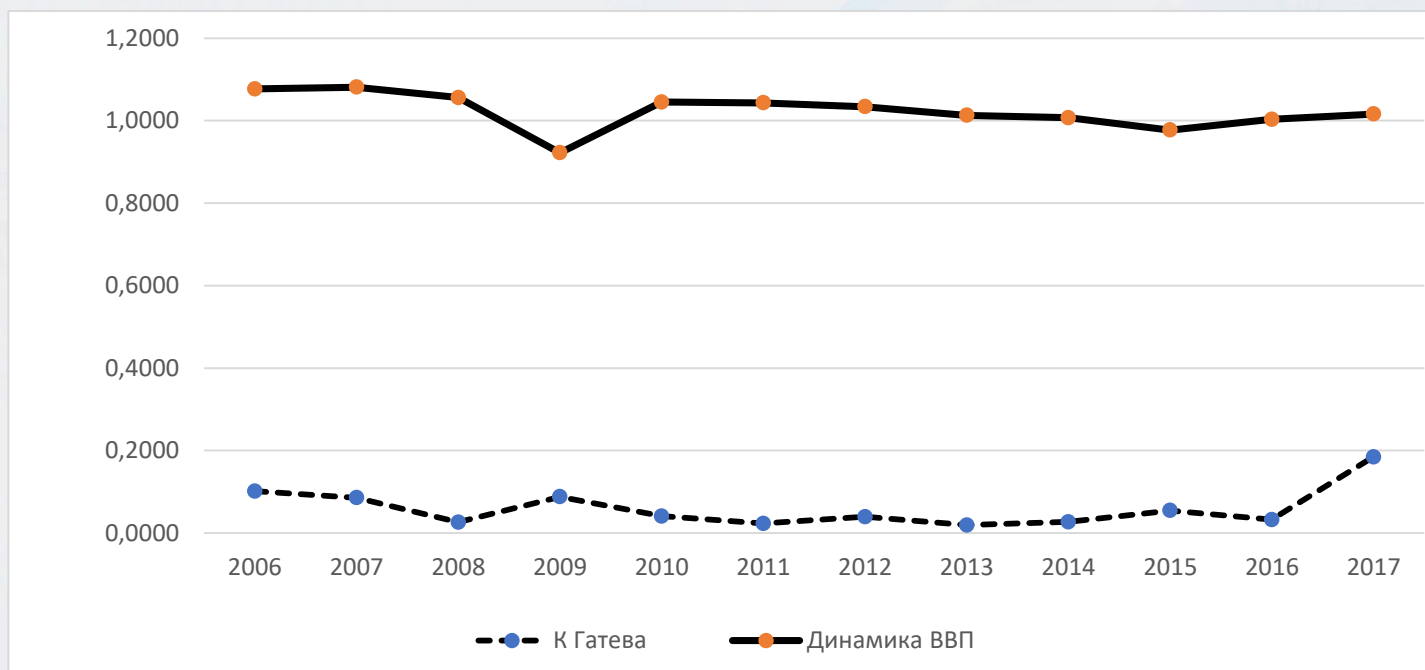


## Коэффициент структурных изменений К. Гатева по валовой добавленной стоимости стран РФ, Франции, Германии, Италии и США

(сост. авт. по Department of Economic and Social Affairs. Statistic Division. – Режим доступа: <https://unstats.un.org/unsd/snaama/Basic>)



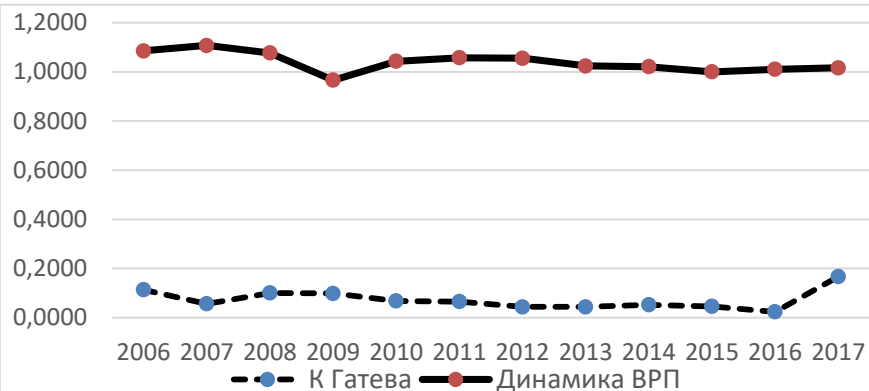
**Динамика коэффициентов структурных сдвигов К. Гатева и В.М. Рябцева по отраслевой структуре валовой добавленной стоимости России**



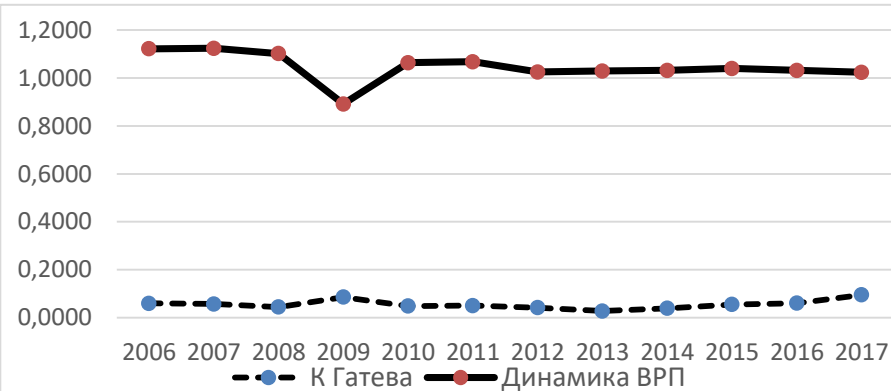
**Динамика ВВП России (в % к предыдущему году) и коэффициента структурных сдвигов Гатева (по доле добавленной стоимости отраслей)**



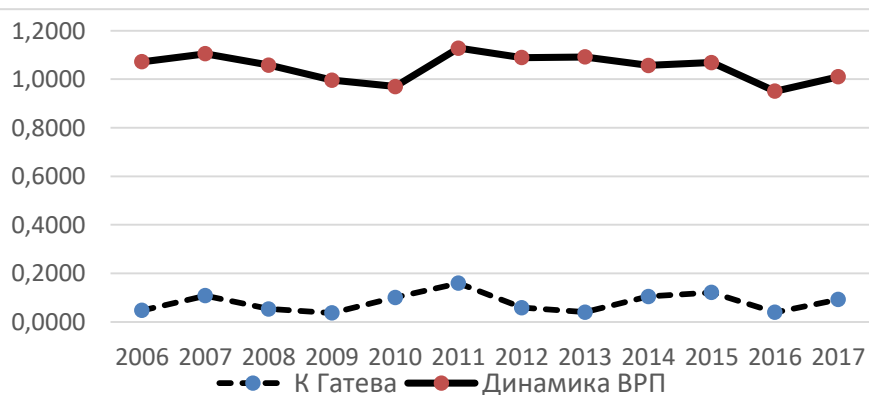
### Республика Татарстан



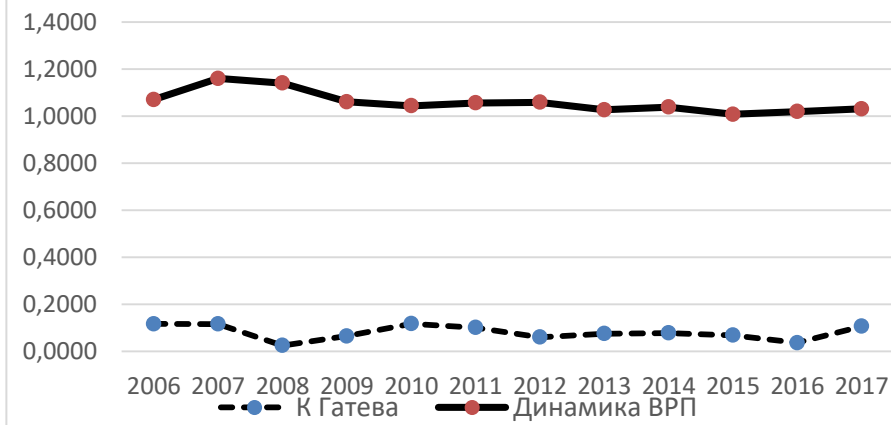
### Ростовская область



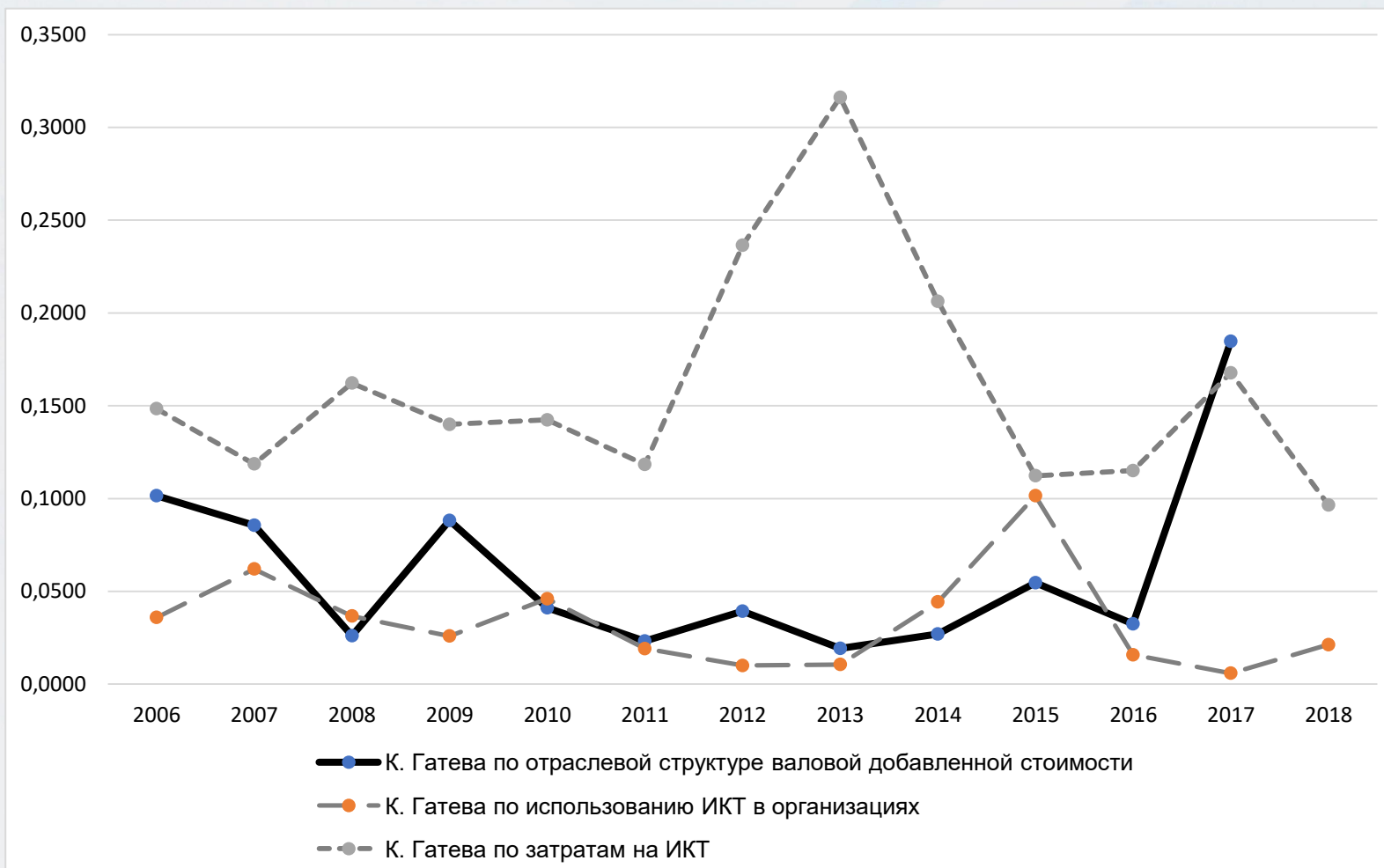
### Тамбовская область



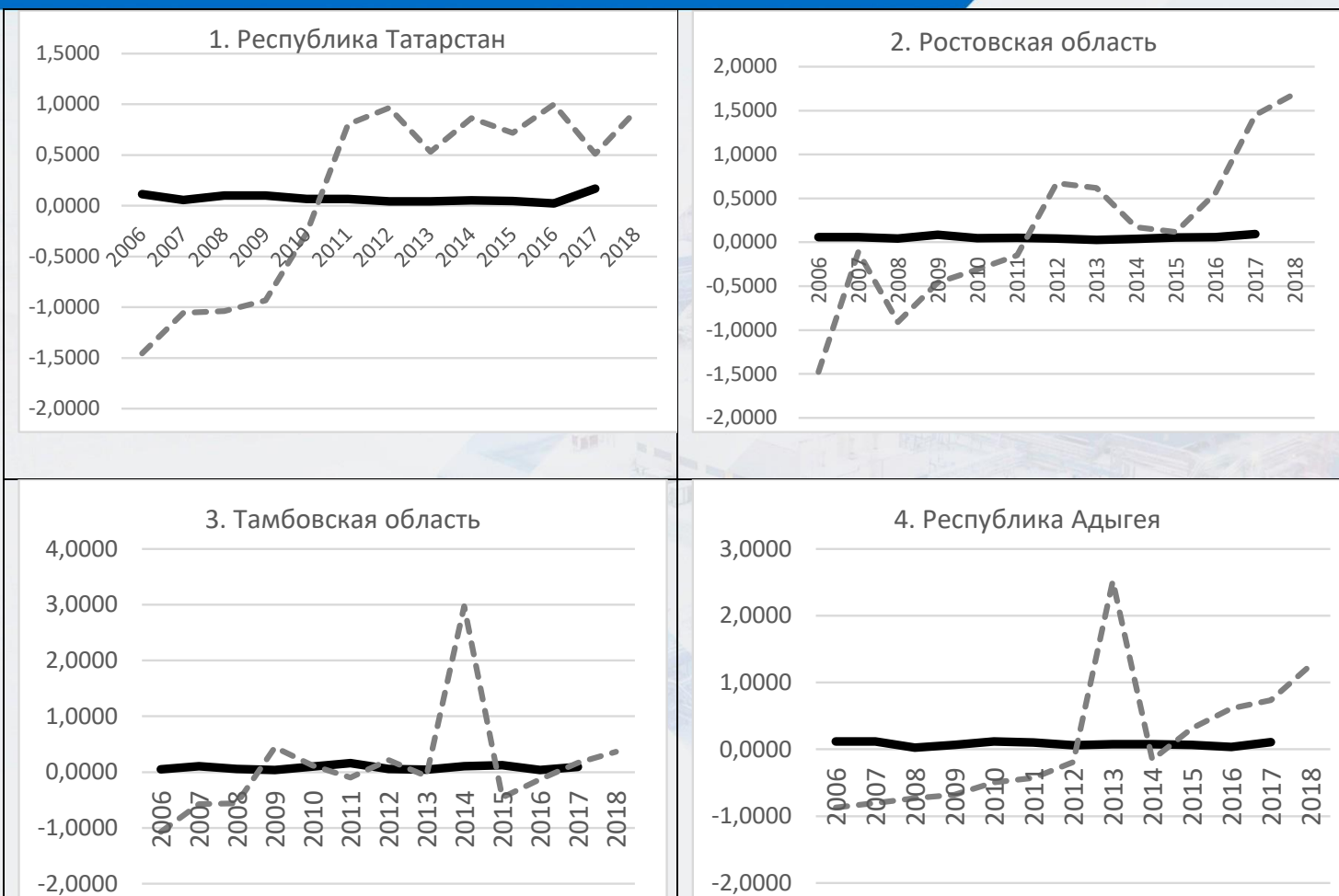
### Республика Адыгея



**Динамика ВРП регионов укрупненных групп (в % к предыдущему году) и коэффициента структурных сдвигов Гатева (по доле добавленной стоимости отраслей)**



**Динамика коэффициентов структурных сдвигов К. Гатева по отраслевой структуре валовой добавленной стоимости, по использованию ИКТ в организациях и по затратам на ИКТ по Российской Федерации**



— — — - К. Гатева по ВДС  
 - - - - - нормированное значение по затратам на ИКТ

**Динамика коэффициента структурных сдвигов К. Гатева по отраслевой структуре валовой добавленной стоимости и по нормированному значению затрат на ИКТ по регионам-представителям выделенных групп**

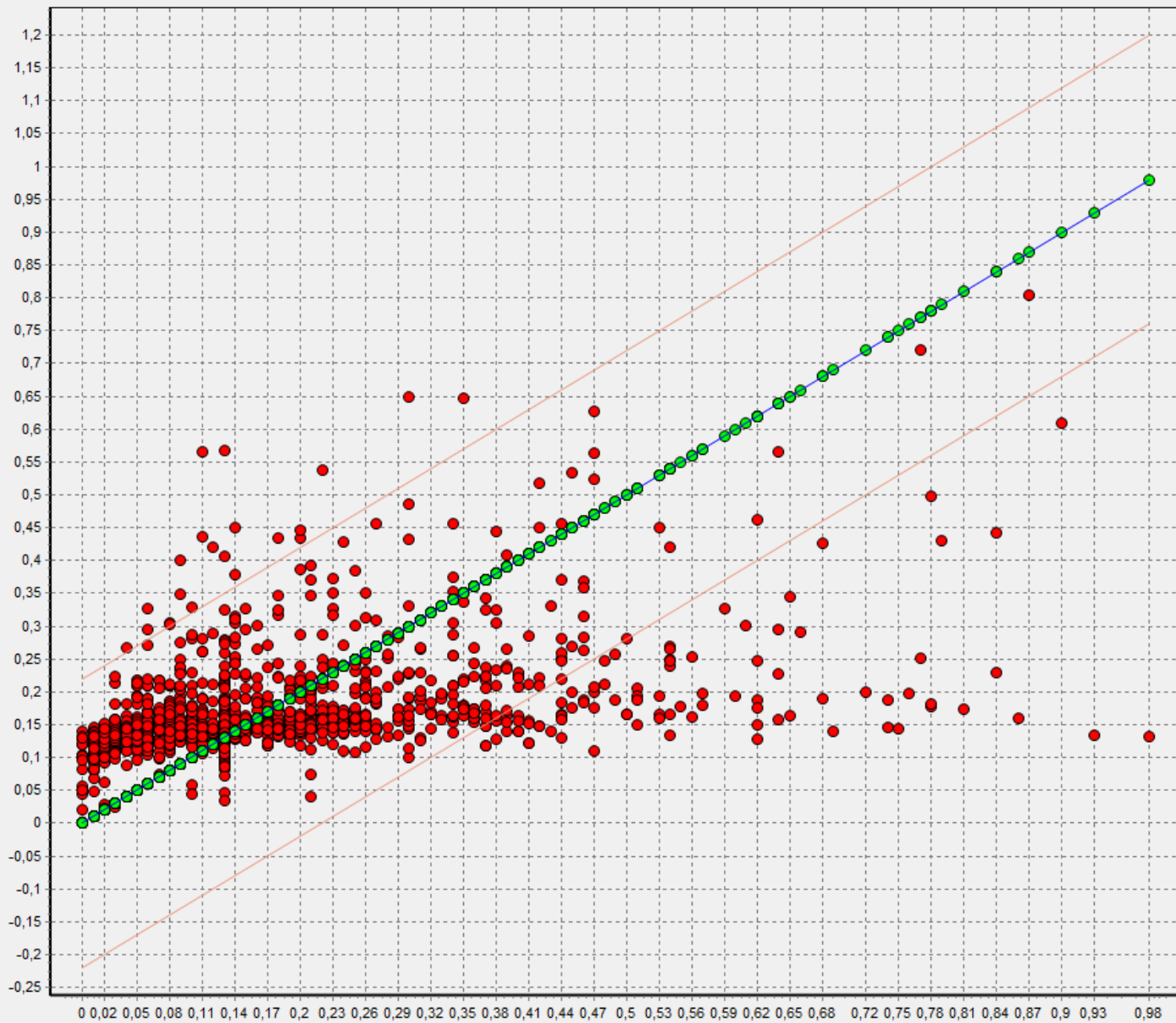
## Показатели структурных сдвигов экономики РФ и интеграции информационно-коммуникационных технологий

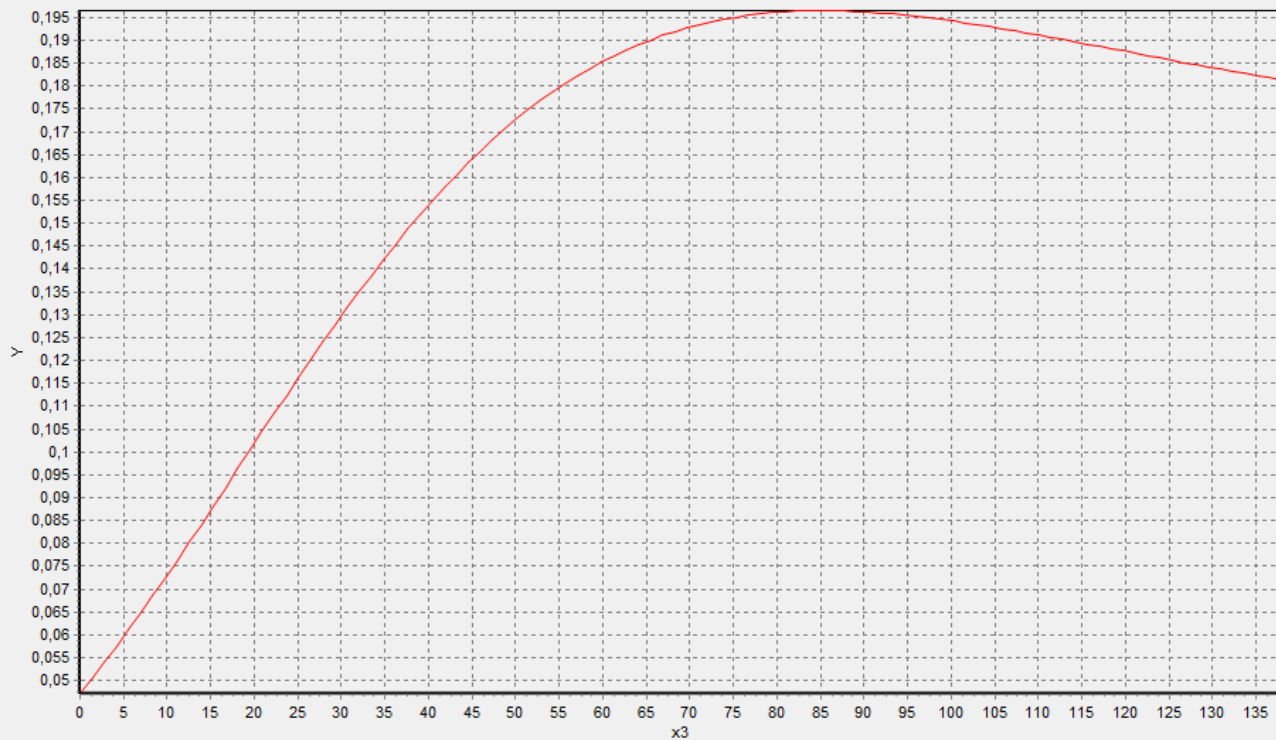
Наименование индикатора	Обозначение
Коэффициент структурных сдвигов К. Гатева	Y
Использование персональных компьютеров	X1
Использование серверов	X2
Использование локальных вычислительных сетей	X3
Использование глобальных информационных сетей	X4
Затраты на приобретение вычислительной техники	Z1
Затраты на приобретение программных средств	Z2
Затраты на оплату услуг связи	Z3
Затраты на обучение сотрудников, связанное с развитием и использованием ИКТ	Z4
Затраты на оплату услуг сторонних организаций и специалистов по ИКТ (кроме услуг связи и обучения)	Z5
Прочие затраты	Z6

Исследуемый массив данных включал 1246 наблюдений по 86 субъектам Российской Федерации за 2006 – 2019 гг.

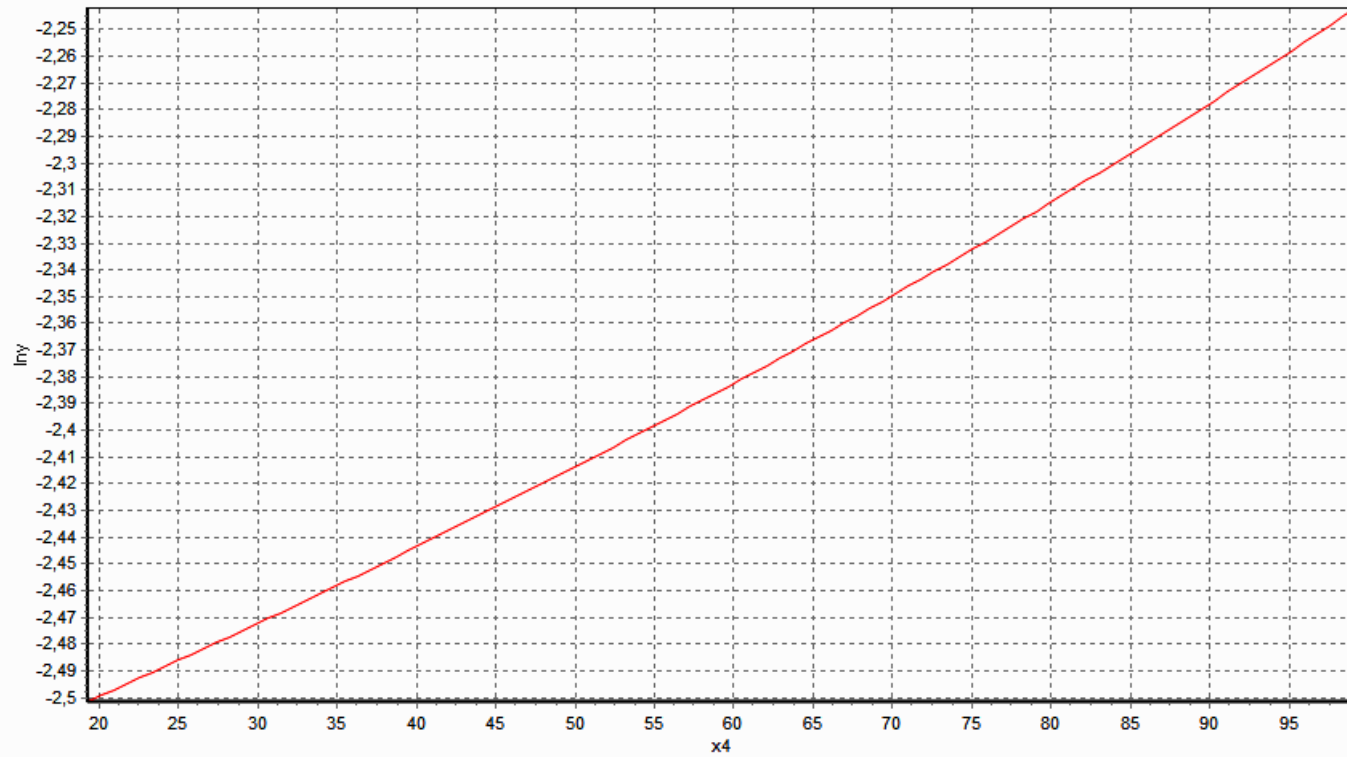
Спроектированная нейронная сеть на базе кроссплатформенного решения Deductor Studio представляла собой сеть с двумя скрытыми слоями и функцией активации гипертингенс. В рамках данной нейронной сети был реализован алгоритм обратного распространения ошибки

В результате обучения нейронной сети в обучающемся множестве было распознано 91,99% примеров, а в тестовом – 90,05%



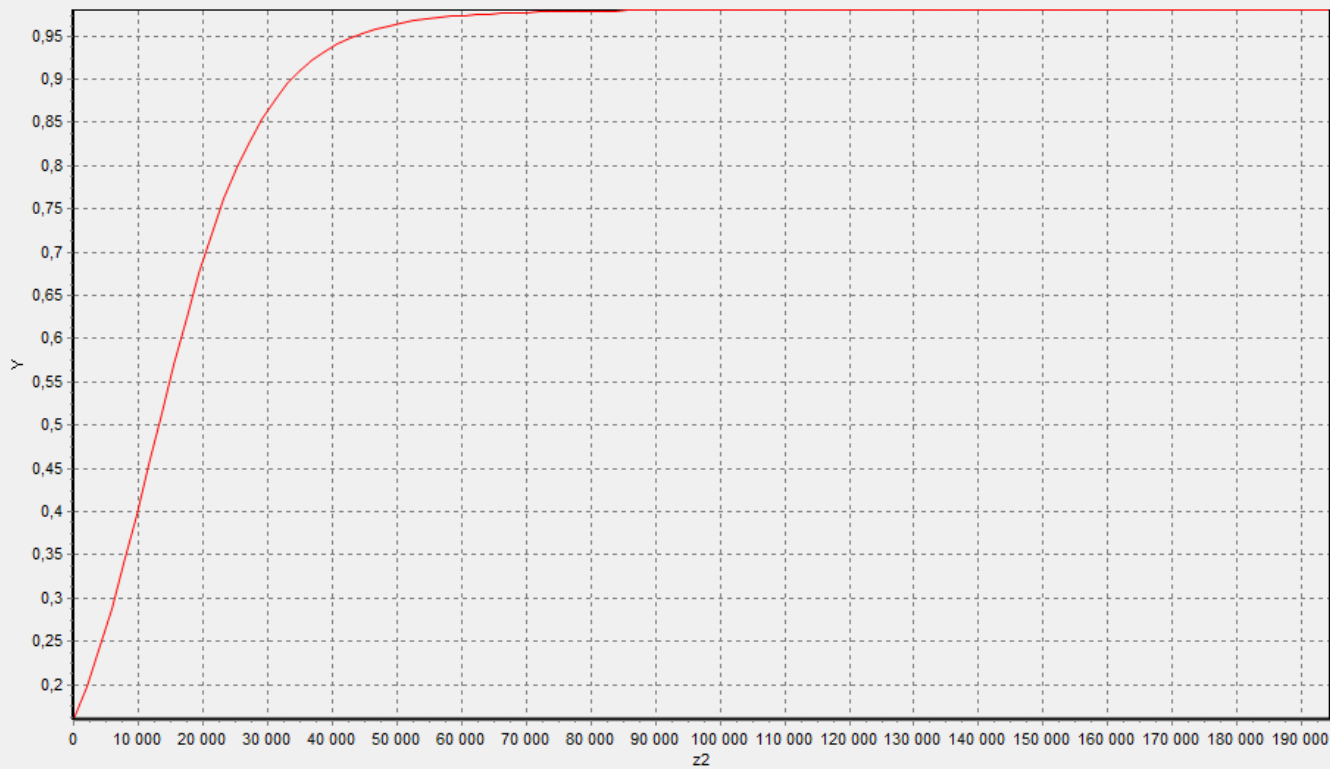


**График зависимости  $Y$  от  $X_3$ - использование локальных вычислительных сетей**



**График зависимости  $Y$  от  $X_4$ - использование глобальных информационных сетей**





**График зависимости  $Y$  от  $Z_2$  - затраты на приобретение программных средств**

## **Заключение**

- 1. Прогнозная модель, построенная на основе нейронной сети показывает характер нелинейной зависимости структурных изменений и развитие Индустрии 4.0.**
- 2. Представленные графики иллюстрируют прямую зависимость между структурными изменениями в экономике и исследуемыми показателями такими как использование глобальных информационных сетей, затраты на приобретение вычислительной техники и затраты на приобретение программных средств.**

- 3. В графиках зависимости коэффициента структурных сдвигов и затратами на приобретения вычислительной техники и программных средств наблюдается плато, что говорит о том, что вложение средств на эти типы затрат с определенного времени не оказывают влияние структурные изменения в экономике РФ**
- 4. Набор данных охватывает большинство регионов РФ (80 субъектов РФ), однако по некоторым регионам отсутствуют значения в официальной статистике или значения показателей пришлось исключить из рассмотрения как наиболее сильно отличающиеся от остальных (выбросы). Следовательно, может иметь место смещение выбора в сторону территорий, которые используют ИКТ более эффективно, в результате чего уменьшается возможность обобщения результатов.**



**Спасибо за  
внимание**