

Интеллектуальный анализ структуры располагаемых ресурсов с учетом показателей уровня жизни населения в разрезе субъектов РФ

Е.А. Макарова
Факультет информатики и робототехники
Уфимский государственный авиационный
технический университет
Уфа, Россия
e-mail: ea-makarova@mail.ru

Э.С. Гиздатуллина
Факультет информатики и робототехники
Уфимский государственный авиационный
технический университет
Уфа, Россия
e-mail: gizdatullina@mail.ru

Аннотация¹

Представлены результаты проведения компонентного, нейросетевого анализа, а также разработка нейро-нечеткой сети на основе статистических данных о бюджетах домохозяйств, позволяющая формировать кластеры домохозяйств с учетом предоставляемых субсидий и субвенций в разрезе субъектов РФ. Выявлен состав кластеров регионов РФ, характеризующий состояние общества в целом и социально-экономические отношения в нем. Извлеченные закономерности необходимы для формирования правил интеллектуальной системы поддержки принятия решений (ППР) предназначенной для анализа различных сценариев реализации социальной политики, направленной на обеспечение финансово-экономической защиты населения.

1. Введение

Одной из важнейших проблем в области формирования социально-культурных расходов является нахождение разумного баланса между социальными запросами граждан, отраженными в принятых социальных программах, и источниками их финансирования. Остаточный принцип финансирования социальных потребностей привел к тому, что некоторые из вновь принятых российским парламентом социальных программ оказались без источников финансирования. Современные условия выдвигают требования к усилению социальной ориентации государственного бюджета. В этих условиях актуальной задачей становится анализ данных о доходах населения и их структуре. Источником информации для формирования данных

Труды третьей международной конференции "Интеллектуальные технологии обработки информации и управления", 10 - 12 ноября, Уфа, Россия, 2015

для исследования являются данные Федеральной службы государственной статистики [1,2].

Основной целью исследования является разработка интеллектуальной системы анализа и принятия решений при управлении доходами домохозяйств с использованием статистических данных о бюджетах домохозяйств, которая позволяет формировать кластеры домохозяйств с учетом предоставляемых субсидий и субвенций на основе применения цепочки методов интеллектуального анализа данных, а также обеспечивать поддержку принятия решений при управлении доходами населения.

Для решения этих проблем проводятся исследования, связанные с мультиагентным моделированием динамики воспроизводственного процесса многосекторной макроэкономической системы (ММЭС) и направленные на разработку системы интеллектуальной поддержки принятия решений при управлении доходами домохозяйств [3-6].

В статье представлены результаты компонентного и нейросетевого анализа, а также нейро-нечеткая сеть, разработанная на основе данных об основных видах доходов домашних домохозяйств, включающих данные о располагаемых ресурсах и различных статей выделенных трансфертов на социальную сферу, а также средств, выделяемых на выравнивание бюджетной обеспеченности субъектов РФ, представленные в абсолютных единицах. Выявлен состав кластеров регионов РФ, характеризующий состояние общества в целом и социально-экономические отношения в нем.

2. Анализ процесса формирования и распределения располагаемых ресурсов с учетом показателей уровня жизни домохозяйств ММЭС

Цель анализа состоит в выявлении кластеров регионов РФ, различающихся по уровню располагаемых ресурсов, предоставляемых субсидии и субвенции с учетом дотации на выравнивание бюджетной обеспеченности субъектов РФ, представленные в абсолютных единицах.

Исследование проводится в три этапа, отличающихся применяемыми методами интеллектуального анализа данных регионов РФ.

Первый этап делится на две части, проводимые исследования отличаются количеством анализируемых регионов РФ (строк в выборке).

В первой части первого этапа проводится компонентный анализ полной выборки, включающей все 80 регионов РФ, (по данным 2012 г.). Проанализированы первые три главные компоненты. Весовые коэффициенты признаков для этих компонент приведены в таблице 1.

Таблица 1. Весовые коэффициенты признаков

| № n/n | Признак | Весовые коэффициенты признака | | |
|----------|---|-------------------------------|--------------|--------------|
| | | Компонента 1 | Компонента 2 | Компонента 3 |
| X1 | Средняя заработная плата | 0,152984 | 0,679262 | -0,0882498 |
| X2 | Располагаемые ресурсы | 0,191205 | 0,618887 | -0,0966342 |
| X3 | Дотации на выравнивание бюджетной обеспеченности субъектов РФ | -0,0435063 | 0,163699 | 0,772658 |
| X4 | Субсидии на выплаты медперсоналу | 0,408656 | -0,0920897 | 0,0220576 |
| X5 | Субсидии на фин.обеспечения оказания доп. медпомощи участковым специалистам | 0,400305 | -0,0835016 | 0,0963796 |
| X6 | Субвенции на обеспечение мер соц. поддержки для лиц, "Почетный донор" | 0,358031 | -0,16765 | -0,223875 |
| X7 | Субвенции по выплате пособий и компенсаций при возникновении поствакцинальных осложнений | 0,293472 | -0,187013 | -0,174752 |
| X8 | Субвенции на выплаты инвалидам компенсаций страховых премий по договору обязательного страхования гражданской ответственности владельцев транспортных средств | 0,31181 | -0,0356724 | -0,212891 |
| X9 | Субвенции в области охраны здоровья граждан | 0,374386 | 0,12414 | 0,117577 |
| X10 | Субсидии по проведению оздоровительных кампании детей | 0,233888 | -0,164583 | 0,435174 |
| X11 | Субвенции на выплату пособия при всех формах устройства детей, лишенных родительского попечения, в семью | 0,323256 | -0,080498 | 0,216602 |

Анализируемых признаков - 11 (средняя месячная заработная плата по регионам РФ в 2012 г. (руб.); располагаемые ресурсы (в среднем на члена домашнего хозяйства (в месяц, руб.); дотации на выравнивание бюджетной обеспеченности субъектов РФ (тыс.руб.); субсидии на выплаты медперсоналу фельдшерско-акушерских пунктов, врачам, фельдшерам и медсестрам СМП (тыс.руб.); субсидии на финансовое обеспечение оказания дополнительной медпомощи участковыми специалистами (тыс.руб.); субвенции на обеспечение мер социальной поддержки для лиц, "Почетный донор" (тыс.руб.); субвенции по выплате пособий и компенсаций при возникновении поствакцинальных осложнений (тыс.руб.); субвенции на выплаты инвалидам компенсаций страховых премий по договору обязательного страхования гражданской ответственности владельцев транспортных средств (тыс.руб.); субвенции в области охраны здоровья граждан (тыс.руб.); субсидии по проведению оздоровительных кампании детей (тыс.руб.); субвенции на выплату пособия при всех формах устройства детей, лишенных родительского попечения, в семью (тыс.руб.)).

Как следует из полученных данных о весовых коэффициентах, первая главная компонента характеризует в целом объем субвенции и

субсидии, предоставляемых из федерального бюджета бюджетам субъектов РФ, связанных с поддержкой в сфере здравоохранения. Субвенции в области охраны здоровья граждан позволяют принять комплекс мер, направленных на снижение рисков несчастных случаев на производстве, профессиональных заболеваний, повышение качества рабочих мест и условий труда.

Вторая главная компонента интегрально характеризует уровень доходов домохозяйств, который определяется признаками «заработная плата» и «располагаемы ресурсы».

Третья главная компонента характеризует объем дотаций на выравнивание бюджетной обеспеченности субъектов РФ. Общий объем дотаций определяется исходя из необходимости достижения минимального уровня расчетной бюджетной обеспеченности субъекта РФ. Этот минимальный уровень зависит от бюджетных расходов и налогового потенциала субъекта РФ. В структуре федеральных расходов в отношении регионов это одна из крупнейших статей.

Перейдем к рассмотрению диаграммы рассеивания всех регионов РФ в пространстве выделенных трех первых главных компонент (рис. 1 и 2).

Интеллектуальный анализ структуры располагаемых ресурсов с учетом показателей уровня жизни населения в разрезе субъектов РФ

Исследуемая совокупность всех регионов разделилась на достаточно выраженные группы.

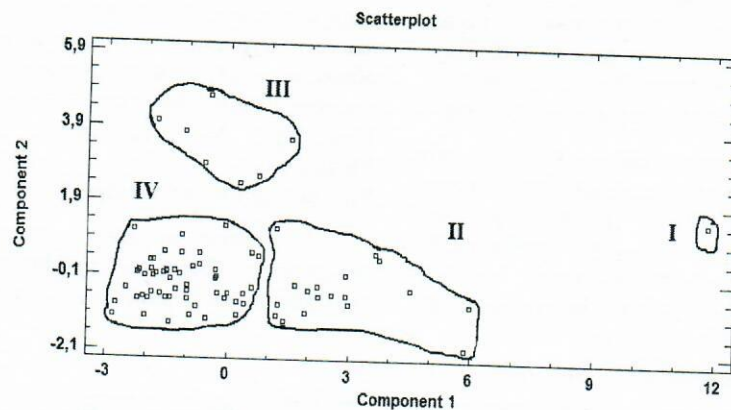


Рис. 1. Проекция множества регионов на пространство двух главных компонент (первый этап анализа)

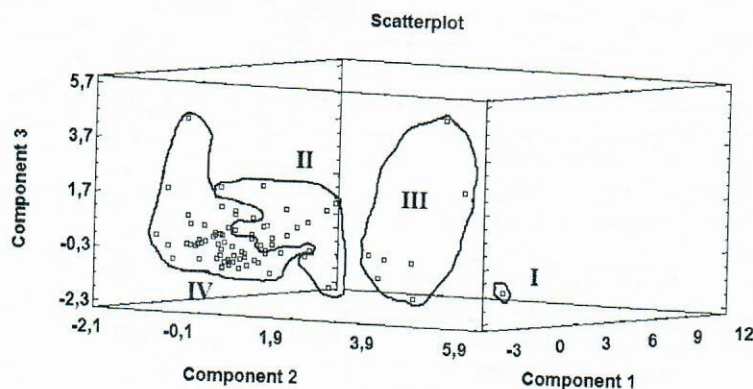


Рис. 2. Проекция множества регионов на пространство трех главных компонент (первый этап анализа)

Первый кластер – самый малонаселенный кластер. Характеризует регион с высоким уровнем располагаемых ресурсов, заработной платы, а также предоставляемых субсидии и субвенции. В первом кластере индицируется самый низкий уровень дотации на выравнивание бюджетной обеспеченности, фактически он отсутствует, по сравнению с другими кластерами: г. Москва.

Второй кластер включает 18 регионов РФ. Это регионы с высоким объемом субвенции и субсидии и низким уровнем располагаемых ресурсов: г. Санкт-Петербург, Оренбургская обл., Кемеровская обл., Хабаровский край, Алтайский край, Новосибирская обл., Свердловская обл., Пермский край, Московская обл., Самарская обл., Ростовская обл., Респ. Татарстан, Красноярский край, Краснодарский край, Челябинская обл., Респ. Башкортостан, Иркутская обл., Нижегородская обл. Это регионы и области, которым предоставляется значительный объем субвенций на социальную сферу, что позволяет повысить качество жизни. Это денежные выплаты медицинскому персоналу фельдшерско-акушерских пунктов и скорой медицинской помощи, финансовое обеспечение на оказание дополнительной медицинской помощи, выплаты инвалидам компенсаций страховых премий по договору

владельцам транспортных средств, поддержку растущего поколения и детей, лишенных родительского попечения.

Третий кластер – регионы с высоким уровнем суммарных доходов: Камчатский край, Чукотский авт. округ, Республика Саха (Якутия), Магаданская обл., Мурманская обл., Сахалинская обл., Тюменская обл. Высокий уровень суммарного дохода регионов данной группы непосредственно связан с нефтегазовой отраслью экономики. Третий кластер малочисленный, включает 7 регионов РФ.

Четвертый кластер – включает 56 субъектов РФ. Это регионы с высоким объемом дотации на выравнивание бюджетной обеспеченности: Респ. Коми, Архангельская обл., Респ. Карелия, Ленинградская обл., Амурская обл., Приморский край, Томская обл., Белгородская обл., Брянская обл., Владимирская обл., Костромская обл., Орловская обл., Рязанская обл., Смоленская обл., Ярославская обл., Новгородская обл., Псковская обл., Удмуртская Респ., Саратовская обл., Ульяновская обл., Забайкальский край, Омская обл., Респ. Алтай, Респ. Бурятия, Респ. Северная Осетия – Алания, Респ. Тыва, Карачаево-Черкесская Респ., Респ. Калмыкия, Респ. Дагестан, Респ. Ингушетия, Чеченская Респ.

Факторы, которые объясняют необходимость таких трансфертов - крайняя транспортная удаленность региона, особые климатические условия, а также дефицит бюджета субъекта в условиях высокого уровня безработицы (Чеченская Респ., Дагестан). Четвертый кластер самый многонаселенный кластер.

По результатам первого этапа исследования выделен многочисленный кластер, включающий наибольшее количество регионов РФ. Поскольку не представляется возможность выявить особенности этого кластера при наличии регионов, сильно отличающихся от него, то возникает необходимость выполнения второй части этапа анализа.

Таблица 2. Весовые коэффициенты признаков

| № п/п | Признак | Весовые коэффициенты признака | | |
|----------|---|-------------------------------|--------------|--------------|
| | | Компонента 1 | Компонента 2 | Компонента 3 |
| X1 | Средняя заработная плата | 0,180727 | -0,570782 | -0,309521 |
| X2 | Располагаемые ресурсы | 0,249925 | -0,49403 | 0,138328 |
| X3 | Дотации на выравнивание бюджетной обеспеченности субъектов РФ | -0,10455 | 0,396002 | -0,707833 |
| X4 | Субсидии на выплаты медперсоналу | 0,424196 | 0,0644422 | -0,0515282 |
| X5 | Субсидии на фин.обеспечения оказания доп. медпомощи участковыми специалистами | 0,401285 | 0,116633 | -0,0771381 |
| X6 | Субвенции на обеспечение мер соц. поддержки для лиц, "Почетный донор" | 0,344634 | 0,152146 | 0,27652 |
| X7 | Субвенции по выплате пособий и компенсаций при возникновении поствакцинальных осложнений | 0,249527 | 0,169937 | 0,31607 |
| X8 | Субвенции на выплаты инвалидам компенсаций страховых премий по договору обязательного страхования гражданской ответственности владельцев транспортных средств | 0,209817 | 0,439946 | 0,20193 |
| X9 | Субвенции в обл. охраны здоровья граждан | 0,353842 | -0,0141845 | -0,331286 |
| X10 | Субсидии по проведению оздоровительных кампаний детей | 0,272267 | 0,0917953 | -0,127141 |
| X11 | Субвенции на выплату пособия при всех формах устройства детей, лишенных родительского попечения, в семью | 0,358579 | -0,0369007 | -0,17993 |

Как показали результаты анализа коэффициентов информативности, первая главная компонента характеризует в целом объем субвенции и субсидии, предоставляемых из федерального бюджета бюджетам субъектов РФ, связанных с поддержкой в сфере здравоохранения. Субвенции в области охраны здоровья граждан позволит принять комплекс мер, направленных на снижение рисков несчастных случаев на производстве, профессиональных заболеваний, повышение качества рабочих мест и условий труда.

Вторая главная компонента интегрально характеризует уровень доходов домохозяйств, который определяется признаками «заработная плата» и «располагаемые ресурсы».

Третья главная компонента характеризует объем дотаций на выравнивание бюджетной обеспеченности субъектов РФ. Общий объем дотаций определяется исходя из необходимости достижения

Во второй части первого этапа проводится компонентный анализ неполной выборки, включающей 63 региона РФ, удалены регионы с высоким уровнем доходов и регионы с высоким объемом получаемых дотации (регионы I и III кластера, Респ. Дагестан, Чеченская Респ., г. Санкт-Петербург, Алтайский край, Свердловская обл., Московская обл., Красноярский край, Краснодарский край, Иркутская обл.).

Проанализированы первые три главные компоненты. Весовые коэффициенты признаков для этих компонент приведены в таблице 2.

минимального уровня расчетной бюджетной обеспеченности субъекта РФ. Этот минимальный уровень зависит от бюджетных расходов и налогового потенциала субъекта РФ. В структуре федеральных расходов в отношении регионов это одна из крупнейших статей.

Перейдем к рассмотрению диаграммы рассеивания всех регионов РФ в пространстве выделенных трех первых главных компонент (рисунок 3 и 4). Исследуемая совокупность всех регионов разделилась на четыре достаточно выраженные группы.

Первый кластер – включает 11 регионов РФ. Это регионы с высоким объемом предоставляемых субсидии и субвенции, а также высоким уровнем располагаемых ресурсов, заработной платы. Индицируется низкий уровень дотации на выравнивание: Белгородская обл., Респ. Коми, Архангельская обл., Вологодская обл., Респ.

Интеллектуальный анализ структуры располагаемых ресурсов с учетом показателей уровня жизни населения в разрезе субъектов РФ

Татарстан, Удмуртская Респ., Пермский край, Забайкальский край, Кемеровская обл., Приморский край, Хабаровский край.

Второй кластер – включает 14 субъектов РФ. Это регионы с высоким объемом субвенции и субсидии, низким уровнем располагаемых ресурсов. Регионам данного кластера характерен средний объем предоставляемых дотации на выравнивание бюджета: Воронежская обл., Тульская обл., Волгоградская обл., Ростовская обл., Ставропольский край, Респ. Башкортостан, Кировская обл., Нижегородская обл., Оренбургская обл., Самарская обл., Саратовская обл., Челябинская обл., Новосибирская обл., Омская обл.

Третий кластер – включает 17 регионов РФ. Это регионы с высоким уровнем суммарных доходов и средним объемом предоставляемых дотации на выравнивание, низким уровнем предоставляемых субсидии и субвенции: Владимирская обл., Калужская обл., Липецкая обл., Орловская обл.,

Костромская обл., Тверская обл., Ярославская обл., Респ. Карелия, Калининградская обл., Ленинградская обл., Новгородская обл., Респ. Адыгея, Астраханская обл., Респ. Хакасия, Томская обл., Амурская обл., Еврейская авт.обл.

Четвертый кластер – регионы с низкими уровнем располагаемых ресурсов, заработной платы, предоставляемых субсидии, субвенции и дотации: Брянская обл., Ивановская обл., Курская обл., Рязанская обл., Смоленская обл., Тамбовская обл., Псковская обл., Респ. Калмыкия, Респ. Ингушетия, Кабардино-Балкарская Респ., Карачаево-Черкесская Респ., Респ. Северная Осетия – Алания, Респ. Марий Эл, Респ. Мордовия, Чувашская Республика, Пензенская обл., Ульяновская обл., Курганская обл., Респ. Алтай, Респ. Бурятия, Респ. Тыва. Четвертый кластер самый многонаселенный кластер, включает 21 регионов РФ.

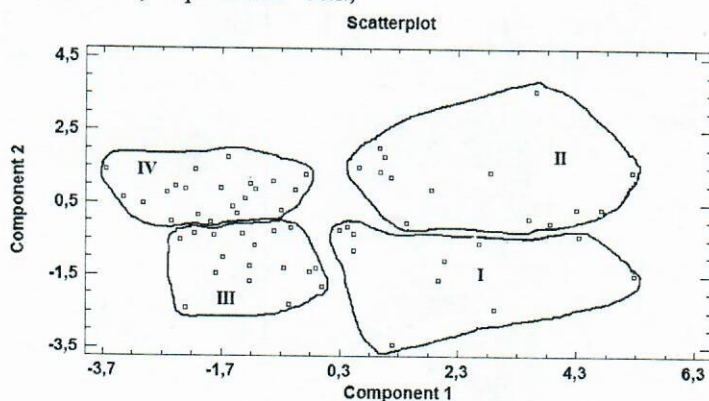


Рис. 3. Проекция множества регионов на пространство двух главных компонент (первый этап анализа)

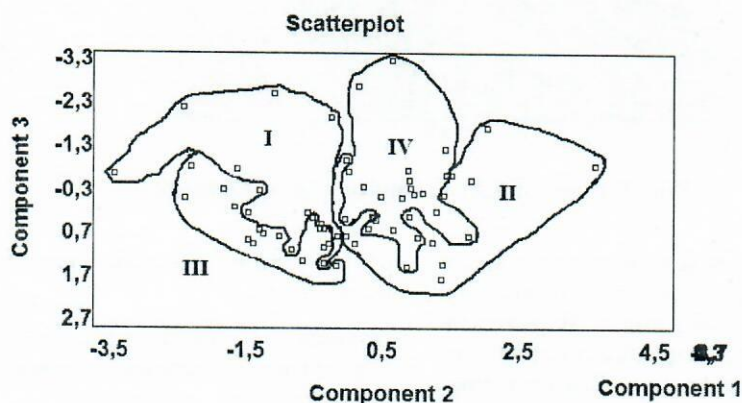


Рис. 4. Проекция множества регионов на пространство трех главных компонент (первый этап анализа)

На втором этапе проведен интеллектуальный анализ данных с помощью нейронных сетей Конохена.

Нейросетевые методы применяются на этапе анализа формирования и распределения располагаемых ресурсов с учетом показателей уровня жизни домохозяйств с целью их классификации. Выбор в

пользу нейросетевых методов обусловлен удобством их использования для анализа большого количества экспериментальных данных. При классификации ситуаций в динамике на основе многопараметрического анализа возникает проблема формирования зависимостей ввиду ограниченных возможностей человека-аналитика.

Решение этой проблемы, как правило, выполняется с помощью применения нейросетевых методов.

Для анализа ситуаций в процессе формирования и распределения располагаемых ресурсов домашних домохозяйств, в условиях отсутствия знания о принадлежности каждого объекта обучающей выборки какому-либо классу, решается задача кластеризации. Для кластерного анализа, когда требуется обнаружить скрытые закономерности в больших массивах данных, хорошо подходят нейронные сети Кохонена, позволяющие объединять

в группы ситуации, наиболее сходные по многим признакам.

Далее представлены результаты нейросетевого анализа данных. На рисунке 5 представлены карты Кохонена, построенные по результатам обучения нейронной сети.

Результаты нейросетевого анализа на основе самоорганизующихся карт Кохонена подтверждают результаты компонентного анализа. Объекты были разделены на 4 кластера.

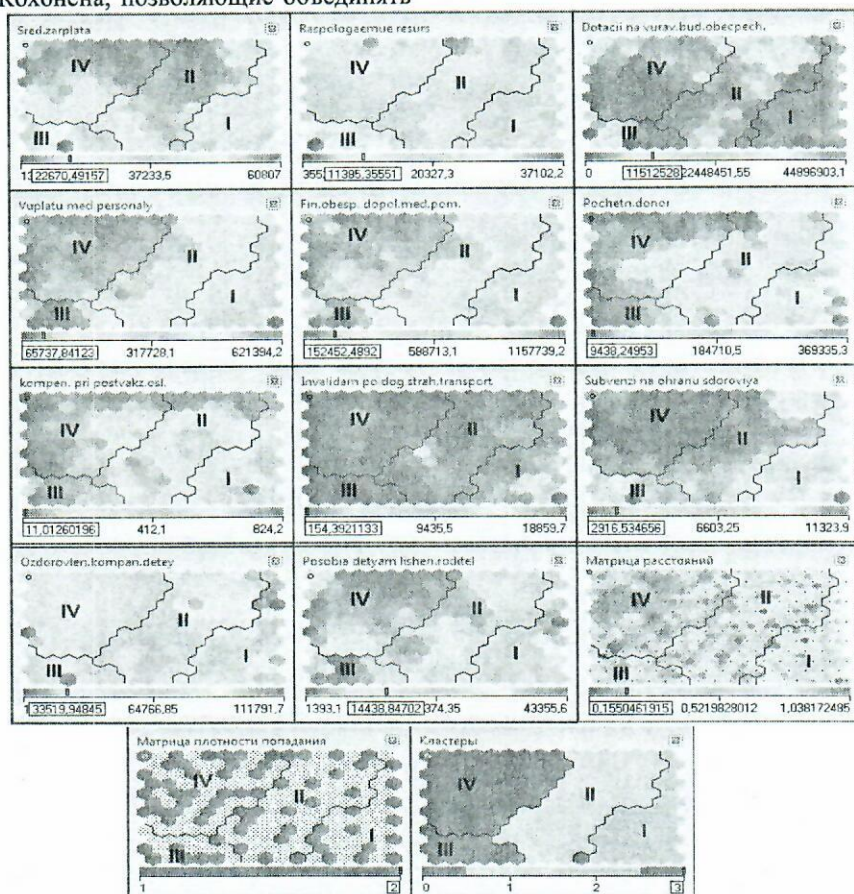


Рис. 5. Самоорганизующиеся карты Кохонена

Проведен анализ движения объектов по выделенным кластерам неравновесных состояний домохозяйств на примере регионов Республики Адыгея, Мурманской области. Показано, что для перехода регионов из неблагоприятных кластеров в благополучные кластеры возможно за счет изменения располагаемых ресурсов, субсидии и субвенции, а также дотации на выравнивание бюджетной обеспеченности субъектов РФ.

На третьем этапе разработана нейро-нечеткая (гибридная) сеть для принятия решения по управлению объектами в выбранной предметной области. Для этого на основе искусственных объектов (центроидов) составлена дополнительная обучающая выборка, структура которой

соответствует правилам принятия решений вида «если - то».

Дотация в бюджетных отношениях — это определенная денежная сумма, выделяемая из вышестоящего бюджета по решению соответствующего представительного органа власти в нижестоящий бюджет, не оговариваемая каким-либо целевым направлением средств. Согласно закону дотация предоставляется в случаях, если закрепленных и регулирующих доходных источников недостаточно для формирования минимального бюджета нижестоящего территориального уровня. Переход к субвенциям связан с обострением необходимости более экономного и эффективного использования средств. Субвенция в бюджетных

отношениях — это денежная сумма, выделяемая из вышестоящего бюджета в нижестоящие бюджеты для конкретных целей на безвозмездной и безвозвратной основах.

За нарушение условий предоставления и использования субвенций законом установлена ответственность. Субвенция, не использованная в срок или использованная не по назначению, подлежит возврату предоставившему ее органу в бесспорном порядке в трехмесячный срок после принятия об этом решения за счет средств получателя субвенции. Решение о возврате субвенции принимает орган, предоставивший ее, не позднее трех месяцев после получения отчетности об использовании субвенций или по истечении срока отчетности.

При нарушении других условий предоставления и использования субвенций их выделение прекращается.

На основе ранее проведенных анализах, можно сделать вывод о том, что чтобы перейти из одного кластера в другой необходимо повысить показатели, то есть для данной задачи рассматривалось необходимое увеличение дотации на выравнивание для перехода из одного кластера в другой.

В целом, созданная нейро-нечеткая сеть может позволить более детально и быстро рассчитать переход кластера в другой. Но ее следует применять осторожно, так как выход за заданные рамки не дает правильно ответа, но это можно интерпретировать и таким образом, что неизвестно, что случится при подобном изменении параметров.

3. Заключение

Проведен компонентный, нейросетевой анализ показателей доходов домохозяйств, включающих данные о доходах домохозяйств, в частности, суммарных доходов и различных статей выделенных социальных трансфертов, а также средств на выравнивание бюджетной обеспеченности субъектов РФ. Выявлены кластеры домохозяйств регионов, характеризующиеся: либо высоким уровнем доходов при достаточно высоких трансфертах, либо большим объемом дотации на выравнивание бюджетной обеспеченности при низком и среднем уровне доходов. Разработана нейро-нечеткая сеть для формирования правил принятия решений по корректировке дотации на выравнивание бюджетной обеспеченности. Извлеченные закономерности необходимы для формирования правил интеллектуальной системы поддержки принятия

решений, предназначенной для анализа различных сценариев реализации социальной политики, направленной на обеспечение финансово-экономической защиты населения.

Результаты исследования в дальнейшем используются для создания достаточно реалистичной агент-ориентированной модели, имитирующей поведение субъектов Российской Федерации (регионов) и правил его функционирования как сложной социально-экономической системы на основе реконструкции его внутренней структуры..

Список используемых источников

1. Доходы, расходы и потребление домашних домохозяйств в 2012 году (по итогам выборочного обследования бюджетов домохозяйств)// www.gks.ru.
2. Федеральный закон от 30.11.2011 N 371-ФЗ (ред. от 03.12.2012) "О федеральном бюджете на 2012 год и на плановый период 2013 и 2014 годов" // Консультант-плюс.
3. Ильясов Б.Г., Дегтярева И.В., Макарова Е.А., Габдуллина Э.Р. Моделирование неравновесных воспроизводственных процессов макроэкономической системы. // Вестник УГАТУ. 2008. Т.11, № 1. С. 74–82.
4. Макарова Е.А., Габдуллина Э.Р., Гиздатуллина Э.С. Формирование кластеров населения на основе компонентного и нейросетевого анализа структуры доходов сектора домохозяйств // Системный анализ в проектировании и управлении: Сборник научных трудов XVIII Междунар. науч.-практич. конф. Ч.2. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2014. – С. 98-1
5. Ильясов Б.Г., Дегтярева И.В., Макарова Е.А., Гиздатуллина Э.С. Интеллектуальная система анализа и принятия решений при управлении доходами домохозяйств // Труды международной научно-практической конференции «Теоретико-методологические проблемы использования естественно-научных методов в гуманитарных науках». 16-17 октября 2014 г. УГАТУ. С.292-299.
6. Гиздатуллина Э.С. Компонентный анализ данных о доходах домашних хозяйств регионов Российской Федерации//Актуальные проблемы науки и техники: 9-я Всеросс. зимн. шк.-сем. аспирантов и молодых ученых. Уфа: УГАТУ, т.3, 2014. С. 71–75.