

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Институт «Высшая школа экономики и управления»
Кафедра «Информационные технологии в экономике»

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент, руководитель отдела
автоматизации МБУ «Городская
библиотека»

_____ (Д.М. Романова)

«__» _____ 2019 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой, д.т.н., с.н.с

_____ (Б.М. Суховилов)

«__» _____ 2019 г.

ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОГО
РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ РФ МЕТОДОМ СОБСТВЕННЫХ СОСТОЯНИЙ НА
ОСНОВЕ ИНДЕКСА ИСТИННЫХ СБЕРЕЖЕНИЙ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–38.04.05.2019.112. ПЗ ВКР

Руководитель проекта, д.т.н., с.н.с.,
профессор

_____ (В.В. Мокеев)

«__» _____ 2019 г.

Автор проекта
студент группы ЗЭУ-356

_____ (М.А. Михайлова)

«__» _____ 2019 г.

Нормоконтролер, к.т.н., доцент

_____ (Е.В. Бунова)

«__» _____ 2019 г.

Челябинск, 2019

АННОТАЦИЯ

Михайлова М.А. Построение математических моделей эффективного развития регионов РФ методом собственных состояний на основе индекса истинных сбережений. – Челябинск: ЮУрГУ, ЗЭУ-356, 90 с., 10 ил., 20 табл., библиогр. список – 60 наим., 1 прил.

Данная работа посвящена построению математических моделей эффективного развития регионов Российской Федерации на основе индекса истинных сбережений.

В ходе работы рассмотрены теоретические и методологические основы устойчивого развития региона, проведено сравнение методов, используемых для анализа социально-экономических систем.

На основе индекса истинных сбережений, используя метод собственных состояний, была построена эталонная модель эффективного развития регионов РФ, в рамках которой проведен анализ регионов РФ в различных аспектах, и даны рекомендации.

В данной работе:

- 1) проведен анализ научно-методологических подходов к измерению устойчивого развития регионов Российской Федерации;
- 2) обработаны данные развития регионов за 2015-2016 г.г.;
- 3) построены модели эффективного развития регионов;
- 4) вычислены индикаторы эффективного экологического развития регионов;
- 5) проведен анализ и оценка полученных результатов;
- 6) сформирован план коммерциализации проекта.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА.....	8
1.1 Устойчивое развитие региона: определения	8
1.2 Методы оценки устойчивого развития региона.....	12
2 СРАВНЕНИЕ МЕТОДИК ДЛЯ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГИОНОВ	23
2.1 Метод DEA-анализа.....	23
2.2 Метод собственных состояний	27
2.3 Сравнительный анализ метода DEA-анализа и метода собственных состояний	30
3 ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ РФ МЕТОДОМ СОБСТВЕННЫХ СОСТОЯНИЙ	38
3.1 Данные исследуемых регионов и условия эффективного развития	38
3.2 Модель эффективного развития регионов РФ	41
3.3 Анализ и рекомендации эффективного развития регионов РФ	60
4 КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	81
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	83
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Исходные данные по регионам	90

ВВЕДЕНИЕ

В текущих условиях формирование действенных методов и инструментов оценки устойчивого развития регионов Российской Федерации, которые позволяют однозначно трактовать их состояния, имеет высокую ценность как с исследовательской, так и управленческой позиции. Однако данная проблема не имеет простого и очевидного решения.

Уже более 20 лет, минувших после Конференции Организации Объединенных Наций (ООН) по устойчивому развитию в 1992 году, главные международные организации и исследовательские формирования вырабатывают и предлагают разные методологические подходы к количественной оценке устойчивости. Собственные методики оценки разработаны такими важными международными организациями, как ООН, Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), Европейское сообщество, Всемирный банк и многими другими. Но из большого количества существующих методов на текущий момент не выработано единого общепринятого теоретико-методологического подхода к анализу и оценке устойчивого развития регионов.

Для оценки устойчивого развития региона необходимо использовать базовые ориентиры не только социально-экономической системы, но и экологической. Ввиду резкого обострения экологических проблем, таких как рост численности населения, увеличение выбросов вредных веществ, развитие промышленного производства, которые оказывают существенное влияние на развитие города, перед экономической наукой встал вопрос разработки принципиально новой концепции развития. Изменения в городской среде регионов могут привести к глобальным экологическим проблемам, которые ставят под угрозу всю систему жизнеобеспечения регионов. Поэтому задача анализа экологически-устойчивого развития регионов является на сегодняшний день весьма актуальной.

Теоретической и методологической основой исследования послужили труды М.О. Подпругина, М.Г. Стороненко, Н.В. Овчинниковой, Д.С. Хайруллова, И.Г. Гараева, Т.В. Усковой, Н.П. Тарасовой, Е.Б. Кручининой и другие.

Объектом исследования является социально-экономическая система (регион).

Предметом исследования являются методы и критерии анализа устойчивого развития регионов.

Целью работы является построение математической модели для анализа и оценки экологически-эффективного развития регионов.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

- проведение анализа научно-методологических подходов к измерению устойчивого развития регионов Российской Федерации;
- обработка данных развития регионов за 2015-2016 г.г.;
- построение моделей эффективного развития регионов;
- вычисление индикаторов эффективного экологического развития регионов;
- анализ и оценка полученных результатов;
- формирование плана коммерциализации проекта.

В ходе исследования использованы математические и технико-экономические методы, методы логического и системного анализа, а также метод экспертных оценок.

Информационная база исследования состоит из данных Федеральной службы государственной статистики, материалов официальных сайтов сети Интернет и электронных средств массовой информации по исследуемой теме.

Новизна и практическая значимость работы заключается в том, что на основе комплексного исследования теоретических, методических и практических вопросов регионального развития, разработан метод для анализа и оценки эффективного развития регионов, рассмотрены и сопоставлены общеизвестные методики оценки эффективности устойчивого развития регионов РФ, построена модель и проведен сравнительный анализ показателей, полученных разными способами оценки эффективного развития регионов.

Рекомендации, предложенные в ходе исследования, могут быть использованы в практической деятельности при формировании научных основ региональной политики, в ходе прогнозных расчетов и разработки бюджетных стратегий в субъектах Российской Федерации в сфере экологии и природопользования.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

1.1 Устойчивое развитие региона: определения

Концепция устойчивого развития является логическим продолжением экологизации научных знаний и социально-экономического развития, стремительно начавшимся в 1970-е годы. Во второй половине 20-го века загрязнению окружающей среды, вопросам конечности природных ресурсов, которые являются основной составляющей любой деятельности человека, был посвящен ряд научных работ.

В 1987 году в работе «Наше общее будущее» Международная комиссия по окружающей среде и развитию (МКОСР) сфокусировалась на необходимости «устойчивого развития», при котором «удовлетворение потребностей настоящего времени не подрывает способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности» [1]. Именно это определение термина «устойчивое развитие» широко распространено и является базовым во многих странах.

Теория и практика показывают, что экологическая составляющая - это неотъемлемая часть человеческого развития. В основе деятельности МКОСР лежит новая триединая концепция устойчивого (эколога-социально-экономического) развития. Всемирный саммит ООН по устойчивому развитию в 2002 году подтвердил приверженность всего мирового сообщества идеям устойчивого развития для долгосрочного удовлетворения основных человеческих потребностей при сохранении систем жизнеобеспечения планеты.

На данный момент существует множество версий определения «устойчивое развитие». Часто используемые в литературе формулировки и их источники представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Определение понятия «устойчивое развитие»

Определение	Источник
«Такое развитие, которое обеспечивает реальное улучшение качества жизни людей и в то же самое время сохраняет природное разнообразие Земли» [2].	Всемирная стратегия охраны природы, 1980
«Развитие, при котором нынешние поколения удовлетворяют свои потребности, не лишая будущие поколения возможности удовлетворять собственные нужды, собственные потребности» [3].	Доклад Комиссии Брундтланд, 1987
«Управление совокупным капиталом общества в интересах сохранения и приумножения человеческих возможностей» [3].	Всемирный банк
«Такая модель развития общества, при которой удовлетворяются основные жизненные потребности как нынешнего, так и всех последующих поколений» [4].	Коптюг В.А.
«Целенаправленный процесс управления социально-экономической системой муниципального образования обеспечивающий устойчивость связей, элементов и структуры системы в целом в направлениях роста уровня качества жизни населения в рамках баланса с окружающей средой» [5].	Кувшинов М.А.
«Управляемое системно-сбалансированное социо-природное развитие, не разрушающее окружающую природную среду и обеспечивающее выживание, и безопасное неопределенно долгое существование цивилизации» [6].	Урсул А.Д.
«Такое развитие, которое не влечет за собой необратимого изменения среды обитания человека» [7].	Давыдова Н., Тимофеева О.
«Переход от «экономики использования ресурсов» к экономике их системного воспроизводства» [8].	Пчелинцев О.С.
«Реализация стратегии человека, его пути к эпохе ноосферы, то есть к состоянию ко-эволюции общества и природы» [9].	Моисеев Н.Н.
«Процесс, ориентированный на постоянное сохранение динамического равновесия посредством целенаправленного использования имеющегося потенциала и условий внешней среды» [10].	Цвикилевич А.В.

Различия в трактовании определения «устойчивого развития» обусловлены расставленными на отдельных проблемах акцентами, из которых, отмечу, сохранение природных ресурсов, рост экономики при поддержании достойного уровня окружающей среды, повышение качества жизни населения, сохранение социокультурных ценностей и прочие. Но, стоит отметить, что для многих

исследователей «устойчивое развитие» - это удовлетворение человеческих нужд и потребностей, а кроме того, повышение показателей во всех сферах жизни.

Принципы устойчивого развития учитываются при разработке стратегических и программных документов в городах и регионах. В России термин «устойчивое развитие региона» используется с 1996 года, основой его стал Указ Президента Российской Федерации «О концепции перехода к устойчивому развитию». Следуя рекомендациям и принципам, изложенным в документах Конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992), и руководствуясь ими, была поставлена задача осуществить в РФ последовательный переход к устойчивому развитию, обеспечивающий сбалансированное решение социально-экономических задач и проблем сохранения благоприятной окружающей среды и природно-ресурсного потенциала в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений людей [11].

Существует огромное число трактовок понятия «устойчивое развитие региона», так как многие ученые занимаются исследованием этой темы.

В своей работе Подпругин М.О. делает вывод о том, что устойчивое развитие региона – это «комплексный процесс, ведущий к решению проблем населения на региональном уровне, к повышению условий жизни жителей региона путем достижения сбалансированности социально-экономического и экологического развития, осуществляемого на основе рационального использования всего ресурсного потенциала региона, включая географические особенности региона, а также особенности экономики, инфраструктуры, промышленности и потенциальных возможностей отдельных городов, относящихся к данному региону» [12].

Стороненко М.Г. определяет устойчивое развитие региона как «способность региона к саморазвитию, адаптации к воздействиям различного характера, наличием эластичной и гибкой структуры хозяйства» [13].

Овчинникова Н.В. считает, что устойчивое развитие – это «развитие, при котором не разрушается природная основа биологического и экономического

существования человеческого общества, воспроизводится пригодная для существования человека окружающая среда, поддерживается достаточная природоресурсная база, что позволяет сохранить геном человека» [14].

Хайруллов Д.С. и Гараев И.Г. определяют устойчивое социально-экономическое развитие региона как «состояние экономики, которое способно противостоять воздействиям различного характера, приводящие к спаду показателей социально-экономического развития региона и к быстрому возврату в исходное устойчивое состояние, в случае его нарушения, обеспечение постоянного воспроизводства территориально-хозяйственного комплекса и неуклонное повышение качества жизни населения» [15].

П.В. Исаев считает, что устойчивое развитие региона является «управляемым процессом изменений различных аспектов жизни территории, который нацелен на достижение определенного уровня развития духовной и экономической сфер при причинении наименьшего ущерба природной сфере и более полном удовлетворении потребностей социума» [16].

По мнению С.В. Хрипко, устойчивое развитие региона есть «изменения интегрированных параметров регионального равновесия, ориентированным на динамически позитивные преобразования по достижению заданных пропорций, при этом параметры внешней и внутренней среды для обеспечения воспроизводства потенциала региона и благосостояния населения не ухудшаются» [17].

Ю.Г. Неудахина считает, что «устойчивое развитие региона – это управляемый процесс изменения региональной системы при поддержании ее динамического равновесия и обеспечении расширенного воспроизводства с целью удовлетворения потребностей и роста уровня жизни населения, при условии сохранения ресурсной базы и окружающей среды» [18].

И.Ю. Чуркина связывает устойчивое развитие региона «с качественными изменениями, с созданием различных связей в экономической, социальной и экологической сферах, которые позволяют региону функционировать и развиваться

в долгосрочном периоде, эффективно использовать имеющиеся ресурсы при условии применения различных инновационных форм взаимодействия» [19].

В рамках данной работы под устойчивым развитием региона будем понимать совокупность результатов, полученных в процессе синтеза экологических, экономических и социальных показателей, характеризующих деятельность региона и дающие оценку его эффективности функционирования.

1.2 Методы оценки устойчивого развития региона

Проанализировав действующие мировые и отечественные методические концепции по оценке устойчивого развития регионов, можно сделать вывод, что существует два подхода к формированию системы оценки.

Первый подход основывается на построении системы показателей, отражающих различные аспекты устойчивого развития. Чаще всего общую систему показателей делят на следующие подсистемы:

- экономические;
- экологические;
- социальные;
- институциональные.

Данный подход имеет очень большое количество показателей, которые затрудняют их определение во многом из-за недостатка необходимой информации и статистических данных. К тому же, даже при их определении, для лиц, определяющих политику в регионах, не подойдет система из 100-150 индикаторов: очень сложно определять степень устойчивости и тем более принимать эффективные решения, основываясь на огромном массиве данных. Кроме того, к отрицательным сторонам рассматриваемой системы можно отнести и сложность самих расчетов, а также методологические трудности в сопоставлении натуральных и стоимостных, количественных и качественных показателей [20].

Второй подход основан на поиске интегрального индикатора, который обеспечивает соединение отдельных частных показателей в единый общий показатель на основе которого можно судить о степени устойчивости социально-экономического развития. Агрегирование обычно осуществляется на основе трех групп показателей:

- экологических;
- эколого-экономических;
- эколого-социально-экономических.

Многие ученые склоняются к мнению, что данный показатель является приближенным к идеалу в информативном плане для лиц, отвечающих за принятие решений. Только по этому показателю можно было бы понять реальную картину устойчивости социо-эколого-экономического развития регионов. Также, данный показатель мог бы стать своеобразным аналогом национального дохода, ВВП и ВНП, по которым в данное время чаще всего определяют успешность экономического развития. Поэтому в дальнейшем в работе целесообразно использовать вычисление именно интегрального показателя.

На данный момент известны следующие мировые методики оценки устойчивости развития социально-экономических систем:

1. Оценка устойчивости с использованием показателя «истинных сбережений». Данный интегральный показатель оценки, который был предложен Дж. Аткинсоном и Д. Пирсом, позволяет учитывать истощение природного капитала и его замещение другими видами – воспроизводственным и человеческим. Уровень истинных сбережений оценивается показателем «адаптированные чистые сбережения» и рассчитывается в процентах от валового внутреннего продукта. Этот метод используется для оценки экологической устойчивости экономического развития стран [21].

2. Оценка устойчивости с использованием индекса «реального прогресса». Данный интегральный показатель оценки, который был предложен К. Коббом, рассчитывается на основе 20 индикаторов. Они характеризуют расходы на

оборону, распределение доходов, труд в домашнем хозяйстве, загрязнение окружающей среды, истощение природных ресурсов, изменение количества свободного времени, уровень преступности и разводов и другие. Этот метод имеет неоднозначную оценку экспертов, поэтому ограничен в применении [22].

3. Оценка устойчивости с использованием индекса устойчивого экономического благосостояния. Данный интегральный показатель оценки, который предложен Дж. Коббом и Г. Дейли, позволяет учитывать следующие составляющие жизнедеятельности населения: дифференциация доходов, качество окружающей среды, здоровье, уровень личной и общественной безопасности. Данный метод может быть использован для межрегиональных или межстрановых сравнений [22].

4. Оценка устойчивости с использованием индекса «развития человеческого потенциала». Данный показатель оценки позволяет оценивать изменение 3 важных составляющих жизнедеятельности человека: знания, долголетие и достойный уровень жизни. Этот метод разработан для реализации сравнения между стран, но также может использоваться при оценке устойчивости на региональном и национальном уровнях [23].

Далее, рассмотрим работы мировых и отечественных ученых и исследователей, посвященные оценке устойчивого развития регионов.

Подход к оценке устойчивого социально-экономического развития региона, предложенный д.э.н. Т.В. Усковой, получил широкое использование среди молодых ученых. Исследование проводилось среди регионов Северо-Западного федерального округа. Автор полагает, что для отражения значимости каждой из составляющих социо-эколого-экономической системы и ее пропорциональности необходимо использовать среднегеометрическую величину, с помощью которой можно отследить, как влияет на состояние региона изменение любого из частных индикаторов, которое, в свою очередь, приводит к изменению значения обобщающего показателя [24].

Так, используя выше описанный подход, М.А. Антонова в статье «Оценка устойчивого развития регионов Северо-западного федерального округа» на основе методики с применением многомерного сравнительного анализа, который базируется на методе евклидовых расстояний, дает оценку экономической, социальной и экологической устойчивости регионов Северо-Западного федерального округа, а также рассчитывает интегральный индекс устойчивости [25].

Р.Ю. Селименков и А.П. Кузнецов под руководством Т.В. Усковой в своей работе представили методику расчёта интегрального индекса экологической устойчивости развития региона, который отражает такие аспекты охраны окружающей среды, как предотвращение её загрязнения хозяйственным комплексом, восстановление природных ресурсов, качественное состояние окружающей среды, устойчивость финансирования природоохранной деятельности. Интегральный индекс был сформирован с использованием метода среднего арифметического [26].

Расчет интегрального показателя устойчивого социально-экономического развития, используя ранговый подход, предложен Ю.И. Смоляковым, И.А. Медведевым, К.В. Коптевой, Л.И. Ушвицким, Н.К. Васильевой. Особенность данной методики заключается в том, что, прежде чем рассчитывать интегральный индекс, частные индикаторы необходимо ранжировать по авторским шкалам [27, 28, 29]. Таким образом, вычленяются главные факторы, влияющие на устойчивое развитие региона, что дает возможность вырабатывать соответствующие управленческие решения. Однако методики не объясняют, каким образом происходит ранжирование, кто является экспертом. Также, результаты расчетов зависят от набора индикаторов.

Н.П. Тарасова, Е.Б. Кручинина в своей работе применяют экспертный метод, который заключается в построении системы индикаторов, каждый из которых отражает отдельные аспекты устойчивого развития (экологический, экономический, социальный, институциональный), исчислении весовой доли

индикаторов и распределение значений по этим сферам [30]. Также, данный метод реализован в работах О.С. Кушнаревой и Мигунова Ю.Г. [31]. Преимущество данного метода в том, что инструментарий не отличается большой трудоемкостью расчетов, поэтому он легко применим на практике. Также, метод экспертных оценок позволяет учитывать различные взгляды и точки зрения, но стоит отметить, что он сопровождается высоким уровнем субъективных оценок, трудно определить уровень тех или иных показателей, поэтому необходимо подробное изучение положения региона. Кроме того, данная методика не позволяет оценивать региональное развитие в динамике.

Н.Н. Киселева предлагает исследовать региональное развитие при помощи инструментов векторной алгебры с заданной функцией и оценивать положение регионов относительно среднего значения по трем группам индикаторов: инновационности процесса воспроизводства, сбалансированности развития системообразующих элементов социально-экономической системы региона и скорости изменения региональных индикаторов. Данная методика предполагает построение трех матриц в двухмерной системе координат: матрицы инновационности воспроизводства, матрицы Парето-оптимальности и матрицы скорости изменения соотношения значений базовых индикаторов. На их основе производятся расчеты интегральных показателей, которые характеризуют уровень развития региона через оценку состояния его подсистем. При этом, применение методики сопряжено с риском выбора неподходящей функции анализа, также не учитывается значимость индикаторов социо-эколого-экономического развития региона [32].

Методика построения типологических группировок подсистем на основе интегральных индикаторов социо-эколого-экономического благополучия территорий Е.Д. Игнатьева и О.С. Мариевой предусматривает построение корреляционно-регрессионных моделей связи. Это дает возможность прогнозировать состояние объекта в будущем [33]. К главным преимуществам данного метода можно отнести то, что снижение объема данных для исследования

приводит к отсеиванию менее значимых индикаторов. Но большое количество исходных индикаторов приводит к громоздкости группировок и классификаций, что усложняет процедуру расчетов и анализа. Кроме того, отсутствуют четко сформулированные критерии отбора репрезентативной совокупности исходных факторных характеристик регионального развития, иерархия используемых индикаторов в системе интегральной оценки также вызывает массу вопросов.

Метод стресс-тестирования, который предлагается Н.Н. Ренкас и И.Р. Кормановской, предлагает экспресс-оценку устойчивости региона на основе мониторинга по 7 блокам. Расчет интегральных показателей устойчивости производится путем расчета их целевых ориентиров, интегральных индикаторов и обобщающего показателя [34]. Этот метод позволяет достаточно оперативно производить расчеты с помощью программных средств, тем самым минимизирует затраты. Из минусов можно отметить то, что повышается вероятность автоматических ошибок, утрачивается индивидуальный подход, а также распределение индикаторов по компонентам субъективно.

Метод ранжирования предлагается Е. Скрыбиной и М. Мазуниной. Они оценивают динамику величины национального капитала, который включает в себя природный, физический, и человеческий капиталы, сравнивая с базовым периодом, и распределяют регионы по темпу роста этого показателя [35]. Минус данного метода в том, что потенциал региона зависит от числа оцениваемых регионов, поэтому итоговая оценка потенциала возможна лишь только гипотетически.

Подход, предложенный Ф.Ф. Хамидуллиным и М.Э. Мифтаховой, основан на использовании методов вейвлет-анализа, включающего изучение структуры колебаний значений данных индикаторов с определением значимости каждого масштаба в общей структуре и выявлении особенностей развития системы на различных масштабах. На данном анализе основывается исследование типов динамики колебаний: если снижается амплитуда колебаний значений индикатора, значит состояние динамически устойчиво, если повышается – неустойчиво. Все субъекты подлежат типологизации в зависимости от колебаний индикаторов

относительно тренда и относительных колебаний, таким образом, происходит формирование зеркально симметричной системы [36]. Метод может быть применен при решении задач оценки устойчивого развития региона, которое имеет нестационарную динамику и характеризуется совокупностью отклонений на разных временных масштабах. Данный инструмент имеет довольно сложный процесс расчета.

Отметим, что сейчас существует достаточно много подходов и методов оценки устойчивого развития регионов. Все описанные методики имеют как положительные стороны, так и ряд недостатков. Поэтому имеется необходимость разработки нового метода для анализа и оценки устойчивости социально-экономических систем, который позволит обрабатывать большой массив данных без потери взаимосвязей между исследуемыми факторами.

Существующие экономические тенденции в Российской Федерации позволяют сделать вывод о том, что традиционные макроэкономические показатели, в частности ВВП, недостаточно отражают проблематику устойчивого развития регионов. В нем не отражены различные социальные процессы, а также изменения в окружающей среде, показывающие благосостояние населения.

На сегодняшний день накоплен определенный опыт разработки индикаторов устойчивого развития, включающих экономические, социальные и экологические факторы. Например, в разработке В.С. Пьянковой проведен анализ и дана оценка эффективности регионов Российской Федерации на основе индекса развития человеческого потенциала [37]. А в работе В.А. Савиновских в рамках концепции «Давление-Состояние-Реакция» была построена модель устойчивого экологического развития регионов РФ, а также были вычислены ее индикаторы [38].

Наиболее удобным с точки зрения наличия статистической информации является показатель истинных сбережений (*genuine savings*). С 2000 года данный показатель был развит специалистами Всемирного Банка [39]. Его основное достоинство - наличие единой методологии расчета для мира и отдельных стран,

базирование на официальной статистике отдельных стран, ежегодное обновление и публикация в главном статистическом сборнике Всемирного Банка «World Development Indicators» и в других его статистических материалах.

В настоящее время в официальных справочниках Всемирного Банка в качестве эквивалента «истинным сбережениям» чаще применяется индекс «adjusted net savings» - скорректированных чистых накоплений, который характеризует скорость накопления национальных сбережений после учета истощения природных ресурсов и ущерба от загрязнения окружающей среды. Измеряется в процентах от валового национального дохода. Положительный уровень истинных сбережений приводит к росту благосостояния, а отрицательные значения этого показателя свидетельствуют о неустойчивом типе развития.

Индекс истинных сбережений – результат коррекции валовых внутренних сбережений, то есть валового накопления. Коррекция проходит в два этапа. На первом определяется величина чистых внутренних сбережений (NDS) как разница между валовыми внутренними сбережениями (GDS) и величиной обесценивания произведенных активов (CFC). На втором этапе чистые внутренние сбережения увеличиваются на сумму расходов на образование (EDE) и уменьшаются на величину истощения природных ресурсов (DPNR) и ущерба от загрязнения окружающей среды (DMGE): $GS = (GDS - CFC) + EDE - DPNR - DMGE$.

$$GS = (GDS - CFC) + EDE - DPNR - DMGE \quad (1)$$

Индекс истинных сбережений является проработанным в теоретическом плане, имеющим хорошую статистическую базу и возможность расчета на региональном уровне. В работе Бобылева С.Н. «Индикаторы устойчивого развития: региональное измерение» индекс истинных сбережений адаптирован для отражения эколого-экономической устойчивости развития регионов Российской Федерации [40]. Скорректированные чистые накопления для регионов России можно определить по формуле:

$$\text{СЧН} = \text{ВН} - \text{ИД} - \text{ИПР} - \text{УЗОС} + \text{РЧК} + \text{ЗОС} + \text{ООПТ}, \quad (2)$$

где СЧН – скорректированные чистые накопления, ВН – валовые накопления основного капитала, ИД – инвестиции в основной капитал по виду деятельности «Добыча полезных ископаемых», ИПР – истощение природных ресурсов, УЗОС – ущерб от загрязнения окружающей среды, РЧК – расходы бюджета на развитие человеческого капитала, ЗОС – затраты на охрану окружающей среды, ООПТ – оценка особо охраняемых природных территорий.

Под эколого-экономическим индексом, который называют так же индексом скорректированных чистых накоплений, подразумевают отношение скорректированных чистых накоплений к валовому региональному продукту и высчитывается он по формуле:

$$\text{ИСЧН} = \frac{\text{СЧН}}{\text{ВРП} \times 100\%}, \quad (3)$$

где СЧН – скорректированные чистые накопления, ВРП – валовой региональный продукт.

Исследование японских ученых Koji Tokimatsu и других ученых посвящено построению прогноза истинных сбережений до 2100 года. Рассмотрены два показателя: истинные сбережения с учетом изменения численности населения и без него. Также, рассмотрено несколько сценариев развития мировой экономики, а также десять регионов мира. В основе построения прогноза лежат модели DICE и RICE – модели экономического роста, которые учитывают климатические изменения. Проведенные исследования позволили сделать выводы не только о тенденциях в развитии исследуемых объектов, но и о применимости самого показателя истинных сбережений для подобных оценок [41].

Многие исследователи определяют уровень качества жизни отдельных регионов с помощью индекса истинных сбережений. Так, в статье А. Р. Галеевой и О.В. Газизовой «Истинные сбережения как индикатор оценки устойчивого развития региона» проведен анализ уровня устойчивого развития Республики Татарстан на примере расчета индекса истинных сбережений [42]. В работе под

редакцией О.В. Козловской посчитан индикатор истинных сбережений Томской области. Данный показатель важен для лиц, принимающих решения в данном регионе, так как он указывает на необходимость компенсации истощения природного капитала за счет роста инвестиций в человеческий и физический капитал [43]. Г.Е. Мекуш в работе «Кемеровская область. Устойчивое развитие: опыт, проблемы, перспективы» проводит исследование на основе показателя «истинных сбережений», а также описывает преимущества и недостатки Кемеровской области с точки зрения параметров, формирующих данный индекс [44]. Т.М. Хаматханов провел оценку эколого-экономической устойчивости Республики Ингушетия на основе применения показателя истинных сбережений [45]. Е.А. Сырцова и Ю.И. Пыжева в работе «Усовершенствование методики оценки устойчивости региональных эколого-экономических систем» оценивают устойчивость региональных эколого-экономических систем на примере Красноярского края [46].

Стоит отметить, что единственная глубокая разработка представлена С.Н. Бобылевым, В.С. Минаковым, С.В. Соловьевой, В.В. Третьяковым «Эколого-экономический индекс регионов РФ», где в качестве основы методологии и методического обеспечения проекта используются теория и практика разработки индикаторов устойчивого развития и их агрегирования (интегрирования). Авторы считают, что наиболее проработанным в теоретическом плане, имеющим хорошую статистическую базу и возможность расчета на уровне страны и региона является интегральный индекс «скорректированных чистых накоплений» (adjusted net savings). Также, проведен расчет комплексного показателя – эколого-экономического индекса, который адекватно отражает экологическую ситуацию всех регионов России [47].

Выводы по главе 1

Устойчивое развитие региона – это совокупность результатов, полученных в процессе синтеза экологических, экономических и социальных показателей,

которые характеризуют деятельность региона и оценивают эффективности его функционирования.

В ходе анализа методик были выделены 2 подхода к формированию системы оценки устойчивого развития регионов. Первый подход основан на построении системы показателей, отражающих различные аспекты устойчивого развития. Второй подход основан на поиске интегрального индикатора, обеспечивающего соединение отдельных частных показателей в единый общий показатель.

Наиболее удобным с точки зрения наличия статистической информации является показатель истинных сбережений. Его главное достоинство - наличие единой методологии расчета.

2 СРАВНЕНИЕ МЕТОДИК ДЛЯ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГИОНОВ

2.1 Метод DEA-анализа

Метод DEA, известным в России как анализ среды функционирования (АСФ), впервые был описан Charnes и Cooper в 1978 как методология, основанная на принципах линейного программирования [48]. В настоящее время методология АСФ имеет глубокую связь с математической экономикой, системным анализом, многокритериальной оптимизацией, позволяет строить многомерное экономическое пространство, находить оптимальные пути развития в нем, вычислять важнейшие количественные и качественные характеристики поведения объектов, моделировать различные ситуации.

В DEA-моделях устанавливается ограничение, что все субъекты, осуществляющие эффективное управление располагаются на линии фронта эффективности, а неэффективное внутри фронта. Линия фронта является «точкой отсчета» для определения меры сравнительной эффективности управления в исследуемой выборке. Тем ближе к фронту эффективности расположен субъект, тем выше значение эффективности его управленческой деятельности. Сама линия фронта находится в многомерном пространстве «входы» / «выходы» путем многократного решения оптимизационной задачи линейного программирования.

В классической двойственной input-ориентированной ССR-модели анализа среды функционирования, разработчиками которой являются А.Чарнес, В.Купер и Е.Родес, для каждого производственного объекта решается дробно-линейная задача математического программирования, где достигается максимальный эффект при минимизации взвешенных входов по отношению к любому нормированному выходу:

$$\sum_{j=1}^S \mu_j y_{j0} \rightarrow \max \quad (4)$$

при условии:

$$\sum_{j=1}^J \mu_j y_{jk} - \sum_{n=1}^N v_n x_{nk} \leq 0 \quad k = 1, 2, \dots, K, \quad (5)$$

$$\sum_{n=1}^N v_n x_{n0} = 1, \quad (6)$$

$$u_j, v_n \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, M \quad n = 1, 2, \dots, N, \quad (7)$$

где 0 – индекс производственного объекта, для которого решается задача оптимизации; x – вектор входов размерности N ; y – вектор выходов размерности J ; k – количество производственных объектов.

После появления ССR-модели большим числом исследователей были предложены новые разработки. В частности, двойственная input-ориентированная ВСС-модель, создателями которой являются Банкер, Чарнес и Купер. Различие моделей в том, что добавляется условие « u_0 ». Это меняет эффект масштаба производства с постоянного на переменный. При это достигается максимальный эффект при минимизации взвешенных входов к любому выходу эффекта масштаба и изменения входных параметров x относительно выходных y :

$$\sum_{j=1}^J \mu_j y_{j0} + u_0 \rightarrow \max \quad (8)$$

при условии:

$$\sum_{j=1}^J \mu_j y_{jk} - \sum_{n=1}^N v_n x_{nk} \leq 0 \quad k = 1, 2, \dots, K, \quad (9)$$

$$\sum_{n=1}^N v_n x_{n0} = 1, \quad (10)$$

$$u_j, v_n \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, M \quad n = 1, 2, \dots, N, \quad (11)$$

где u_0 – эффект масштаба.

Двойственная суммарная модель VarMulti, в отличии от линейных АСФ-моделей ССR и ВСС, образует частично линейно-логарифмических функции. Применяя частично логарифмическую функцию, модель с постоянным эффектом масштаба измеряет предприятия без заданных условий для минимизации входных параметров или максимизации выходных параметров:

$$\sum_{j=1}^S \mu_j \log y_{j0} - \sum_{i=1}^r t_i \log(x_{i0}) \rightarrow \max \quad (12)$$

при условии:

$$\sum_{j=1}^S \mu_j \log y_{jk} - \sum_{i=1}^r t_i \log(x_{ik}) \leq 0 \quad (13)$$

для всех предприятий $k = 1, 2, \dots, n$.

В рамках данного исследования используется ВСС-модель, которая направлена на выход, с постоянной отдачей от масштаба. Имеется в виду пропорциональное изменение выходного параметра к фактору входа и увеличение выходного параметра без увеличения входного фактора. Такая модель позволяет учесть потенциальную возможность регионов менять значения показателей. С помощью данной модели можно оценить отдачу от масштаба в рамках отдельно взятой подсистемы. Этот метод позволяет оценить эффективность функционирования системы и наглядно увидеть какие входные/выходные показатели необходимо скорректировать для выхода системы на границу эффективности.

Метод DEA использовался С. Лебелом и У. Стюартом во время исследования эффективности сектора лесозаготовки [49], а Е.В. Ащеуловой и Е.В. Зандер для анализа эффективности функционирования лесных комплексов регионов Сибири [50].

О.Н. Моргунова в своем докладе предлагает использовать анализ среды функционирования для формирования рейтингов вузов с использованием инструментария теории эффективности [51].

А.А. Живанов в работе «Применение метода анализа среды функционирования для оценки эффективности социально-экономических систем» исследует эффективность реализации бюджета на развитие образования в регионах России. В качестве входной переменной был взят бюджет региона, выделенный на образование, в качестве выходных переменных выступили: количество построенных дошкольных образовательных учреждений, количество построенных общеобразовательных учреждений, число специалистов, выпущенных из ВУЗов и учреждений профессионального образования» [52].

А.Н. Порунов в своем исследовании, используя DEA-анализа, на основе открытых статистических данных Приволжского федерального округа определил наиболее эффективные системы управления инфраструктурой социальной безопасности в регионах [53].

К.Б. Рубанович применил данный метод для расчета итоговой модели оценки результатов футбольных федераций. В ходе работы были получены значения по каждому из показателей. В качестве входных данных использованы значения по зарплате тренера, стоимости игроков и отношению числа футболистов каждой страны на ее население. Выходные данные составили собранные показатели по значениям рейтинга FIFA, средней посещаемости матчей отборочного этапа Чемпионата Европы 2016 и процент побед в играх [54].

М.С. Строгонов в статье «Методика факторной оценки регионального инновационного потенциала с применением деа-технологий» рассматривает инновационный потенциал региона. В работе сформированы принципы оценки эффективности инновационного потенциала, на основе которых выбираются факторы, а для оценки предложено использование DEA-анализа. С использованием методов математического моделирования по выборке объектов в координатах входных и выходных переменных, автор определил эффективные единицы, а также построил модель оценки инновационного потенциала региона [55].

К преимуществам DEA-анализа относятся:

1) возможность получения оценки эффективности «на всех уровнях иерархии» с корректировкой на эффективность вышестоящих подсистем;

2) возможность решения практических задач, а именно измерение эффективности и представление результата в визуально наглядном виде.

3) метод может использоваться для анализа сложных единиц – предприятий различных отраслей промышленности, институтов социальной сферы, регионов и даже государств;

4) многокритериальность при неволюнтаристском подходе к весам факторов;

5) четкая макроэкономическая интерпретация.

DEA-анализ является широко используемым в мире, а также имеет ряд выше описанных преимуществ, поэтому в данном исследовании для сравнительного анализа с методом собственных состояний будет применяться именно этот метод.

2.2 Метод собственных состояний

Для решения задач экономического анализа применяется метод главных компонент, который был представлен в 1901 году К. Пирсом, целью которого было уменьшение размерности данных, при этом потеряв наименьшее число информации. Данный метод направлен на «выявление основных тенденций изменения исследуемых признаков объекта и выделения групп признаков, которые изменяются одинаковым образом во времени».

На основе метода главных компонент был разработан метод собственных состояний, с помощью которого можно провести анализ состояния экономических объектов.

Пусть состояние экономических объектов описывается набором показателей x_{ki}^0 , где i – номер фактора ($i = 1, 2, 3, \dots, n$), k – номер экономического объекта ($k = 1, 2, 3, \dots, m$), n – количество показателей, m – количество состояний экономических объектов. Значения каждого фактора образуют вектор $x_i^0 = \{x_{1i}^0, x_{2i}^0, \dots, x_{mi}^0\}^T$. Все показатели составляют конечные множества.

Пространств показателей экономических объектов можно представить в виде матрицы исходных показателей X^0 , где каждый столбец матрицы содержит значения одного фактора для различных состояний экономических объектов, а каждая строка включает значения всех показателей и описывает состояние экономического объекта:

$$X^0 = [x_1^0 \ x_2^0 \ \dots \ x_m^0] \quad (14)$$

Среднеарифметические значения показателей используются в качестве центра распределения пространства состояний, которое обозначается матрицей X , каждый элемент которой определяется как:

$$x_{ki} = x_{ki}^0 - \bar{x}_i, \quad (15)$$

где:

$$x_i = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x_{ki}^0 \quad (16)$$

Главные компоненты представляют такую группировку исходных показателей, в которой члены группы (исходные факторы) связаны между собой, но группа (главная компонента) в целом была бы независима от других групп (главных компонент).

Для расчета весовых коэффициентов главных компонент решается задача собственных значений:

$$(A - \lambda I) \cdot v = 0, \quad (17)$$

где A – ковариационная матрица, I – единичная матрица, v – собственный вектор уравнения, λ – собственное значение. Собственные векторы масштабируются и обладают свойством ортогональности:

$$V^t A V = \Lambda \text{ и } V^t V = I, \quad (18)$$

где Λ – диагональная матрица, диагональные коэффициенты которой равны собственным значениям уравнения.

Каждый собственный вектор имеет ту же размерность, что и вектор состояния экономического объекта. Это позволяет называть его собственным состоянием, которое в общем состоянии численно равно дисперсии главных компонент.

Матрица собственных состояний V_0 формируется из собственных векторов уравнения и позволяет сформировать новые главные компоненты в виде

комбинации исходных показателей. Значения i -ой главной компоненты объединяются в вектор, из которых образуется матрица Z :

$$Z = XV \quad (19)$$

Процесс изменения состояния экономического объекта представляется в виде суммы независимых процессов, каждый из которых описывается собственным состоянием. Изменение исходных показателей в рамках одного процесса не может влиять на изменения исходных показателей других процессов. Изменение главных компонент описывается формулой:

$$\Delta z_i(t) = \sum_{k=1} \Delta x_k v_{ki} = C \sum_{k=1} \alpha_k v_{ki} = C(\alpha^T v_i) \quad (20)$$

Анализ собственных состояний строится на проверке того, удовлетворяет ли собственное состояние требованиям управления состоянием экономического объекта. Те, которые не подходят по требованиям – отбрасываются, оставшиеся собственные состояния используются для построения эталонной модели. Общая изменчивость процесса изменения определяется суммой дисперсий всех исходных показателей:

$$\sigma = \sum_i^n \sigma_i, \quad (21)$$

где σ_i – дисперсия i -го фактора.

Оценка соответствия состояний экономического объекта требованиям управления может быть построена на дисперсионной оценке:

$$\chi = \frac{\sum_i^p \sigma_i}{\sigma}, \quad (22)$$

где в числителе представлена сумма дисперсий эталонной модели, а в знаменателе суммарная дисперсия. Дисперсионный коэффициент χ показывает долю дисперсии, объясняемой эталонной моделью [56].

М.С. Нелюбина проводит анализ устойчивого развития предприятий нефтегазовых компаний. Для построения рейтинга предприятий, в основе которого

лежит построение модели устойчивого развития, используется метод собственных состояний. Выбор собственных состояний осуществляется по коэффициентам финансовой и экономической устойчивости. Комплексный индикатор устойчивости развития предприятий вычисляется с помощью метода штрафных функций и используется для построения рейтинга предприятий [57].

Ю.А. Ерохин и В.В. Мокеев в статье «Разработка математической модели для прогнозирования экономической устойчивости предприятия на примере ОАО «ММК» анализируют методы устойчивости предприятия и разрабатывают модель для прогнозирования экономической устойчивости методом собственных состояний. В ходе работы был сделан вывод, что данный метод собственных состояний более точно отражает реальную деятельность предприятий, а полученная модель является некоторой идеализацией реальной деятельности предприятия и служит эталоном для сравнения с реальными результатами его основной деятельности [58].

2.3 Сравнительный анализ метода DEA-анализа и метода собственных состояний

Для сравнения методов анализ среды функционирования и метод собственных состояний было использовано 28 регионов Российской Федерации. Информационной базой послужили официальные данные Федеральной службы государственной статистики, так как они стандартизованы и едины для всех субъектов РФ. Данные статистики находятся в открытом доступе.

В качестве показателей, которые описывают деятельность исследуемых объектов, были выбраны следующие:

X_1 – истощение природных ресурсов;

X_2 – ущерб от загрязнения окружающей среды;

X_3 – заболеваемость на 1000 человек населения;

Y_1 – затраты на охрану окружающей среды;

Y_2 – численность населения;

Y_3 – численность врачей на 10000 человек населения.

Исходные данные для анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Исходные данные для сравнительного анализа

Регион РФ	X1	X2	X3	Y1	Y2	Y3
Республика Марий Эл	84,5	36	935,7	0,879	684684	34,8
Республика Мордовия	105,8	41	658,9	2,24	808541	53,7
Республика Татарстан	104,3	338	792,3	20,648	3885253	40,6
Удмуртская Республика	101,7	147	991	2,947	1516826	55,3
Чувашская Республика	73,7	25	934,2	1,651	1235863	49,3
Пермский край	102,6	309	950,2	10,98	2632097	49,2
Кировская область	114,3	99	746,4	4,127	1291684	44,4
Нижегородская область	82,6	150	913	9,889	3247713	47,4
Оренбургская область	96,3	512	792,9	6,796	1989589	46,9
Пензенская область	92,2	44	732,8	1,154	1341526	38,9
Самарская область	101,5	253	975,7	14,921	3203679	45,4
Саратовская область	109,8	110	749,4	5,726	2479260	48,6
Ульяновская область	110,1	33	872,4	2,197	1252887	39
Курганская область	140,7	42	970,4	1,273	854109	28,8
Свердловская область	100	906	752,1	21,823	4329341	42,4
Тюменская область	102	114	637	6,128	1477903	48,4
Челябинская область	100,7	597	884,1	14,114	3502323	39,4
Республика Бурятия	100,7	94	614	2,761	984134	45,6
Республика Тыва	105,5	19	604,8	0,548	318550	48,9
Республика Хакасия	112,6	92	859,6	2,423	537668	39
Алтайский край	88,4	213	1130,3	2,1643	2365680	42,9
Забайкальский край	108,3	122	660,5	3,549	1078983	48,8
Красноярский край	101,7	2363	783,1	41,918	2875301	47,6
Иркутская область	112,1	642	1000,6	18,466	2408901	45,5
Кемеровская область	106,7	1349	863,8	13,404	2708844	42,9
Новосибирская область	112,5	201	771,4	2,639	2779555	51,6
Омская область	87,9	200	855,1	10,142	1972682	50,6
Томская область	98,2	301	706,6	6,054	1078891	53,5

Для оценки эффективности развития регионов методом DEA-анализа была использована программа «MaxDEA Basic 7». Данный метод заключается в максимизации выходных данных. Для более точного сравнения будет построено 2 модели.

В первой модели в качестве входных (input) параметров использованы такие показатели как истощение природных ресурсов и заболеваемость на 1000 человек, а в качестве выходных (output) – валовой региональный продукт и численность врачей на 10000 человек. Во второй модели было использовано больше параметров. В качестве входных – истощение природных ресурсов, ущерб от загрязнения окружающей среды и заболеваемость на 1000 человек, а выходных – валовой региональный продукт, численность населения, число врачей на 10000 человек и затраты на охрану окружающей среды. Результаты проведенного анализа представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты DEA-анализа

Регион РФ	1 модель	2 модель
Республика Марий Эл	0,675243	1
Республика Мордовия	1	1
Республика Татарстан	1	1
Удмуртская Республика	1	1
Чувашская Республика	1	1
Пермский край	0,960523	0,988111
Кировская область	0,822189	0,839468
Нижегородская область	1	1
Оренбургская область	0,916194	0,921421
Пензенская область	0,807709	1
Самарская область	0,918966	0,972115
Саратовская область	0,919145	1
Ульяновская область	0,713433	1
Курганская область	0,521732	0,583557
Свердловская область	1	1
Тюменская область	1	1
Челябинская область	0,810814	0,894741
Республика Бурятия	1	1
Республика Тыва	1	1
Республика Хакасия	0,713411	0,716079
Алтайский край	0,835045	0,862726
Забайкальский край	0,920329	0,93824
Красноярский край	1	1
Иркутская область	0,893478	0,903073
Кемеровская область	0,830489	0,871268
Новосибирская область	1	1

Продолжение таблицы 3

Регион РФ	1 модель	2 модель
Омская область	0,997154	1
Томская область	1	1

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что большинство регионов имеют максимальный коэффициент эффективности. Проанализировав две модели, различающиеся числом показателей, можно сказать, что с увеличением факторов, данный метод определяет в большую сторону количество развивающихся исследуемых объектов. Это снижает качество оценки.

Далее для оценки эффективности развития регионов методом собственных состояний была использована программа «Midas». Этот метод отличается тем, что для оценки устойчивого функционирования исследуемых объектов используется эталонная модель, которая является некой идеализацией реальной деятельности регионов. В качестве критерия для построения эталонной модели выбирается условие максимизации коэффициента эффективности, то есть отношения выходов ко входам. В таблице 4 представлены результаты проведенного анализа.

Таблица 4 – Результаты анализа методом собственных состояний

Регион РФ	1 модель	2 модель
Республика Марий Эл	0,6689	0,6772
Республика Мордовия	0,6922	0,5586
Республика Татарстан	0,998	0,7574
Удмуртская Республика	0,921	0,6661
Чувашская Республика	0,74	0,6025
Пермский край	0,986	0,7115
Кировская область	0,7598	0,6223
Нижегородская область	1	0,7066
Оренбургская область	1	0,6755
Пензенская область	0,8043	0,6268
Самарская область	0,9746	0,7296
Саратовская область	1	0,6869
Ульяновская область	0,7779	0,619
Курганская область	0,6481	0,5403
Свердловская область	1	0,6862
Тюменская область	1	0,6854

Продолжение таблицы 4

Регион РФ	1 модель	2 модель
Челябинская область	0,9847	0,6944
Республика Бурятия	0,7049	0,5786
Республика Тыва	0,5859	0,5822
Республика Хакасия	0,6797	0,5299
Алтайский край	0,8868	0,6591
Забайкальский край	0,7389	0,6009
Красноярский край	1	0,6783
Иркутская область	0,964	0,7046
Кемеровская область	1	0,6272
Новосибирская область	1	0,6723
Омская область	1	0,7077
Томская область	0,9095	0,6573

По результатам, можно увидеть, что при увеличении числа показателей, имеются небольшие различия в полученных коэффициентах эффективности, которые максимально приближены к реальности.

На рисунке 1 представлено сравнение полученных коэффициентов эффективности регионов методом DEA-анализа и собственных состояний по первой модели. Заметно, что метод АСФ дает большинству регионов оценку как устойчиво развитых, в то время как метод собственных состояний более точно описывает эталонную модель устойчивого развития регионов.

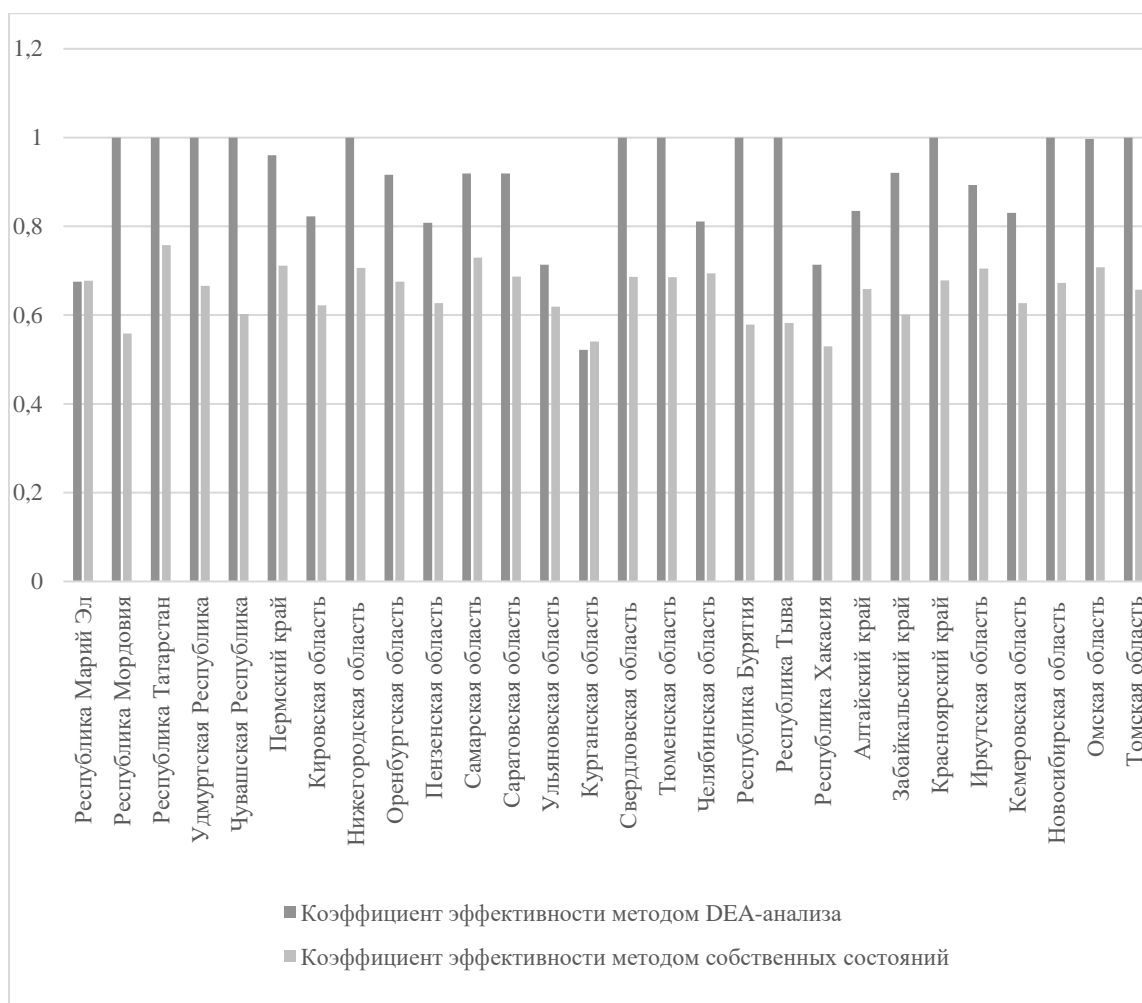


Рисунок 1 – Сравнение коэффициентов эффективности регионов методом DEA-анализа и собственных состояний по первой модели

На рисунке 2 представлено сравнение полученных коэффициентов эффективности регионов методом DEA-анализа и собственных состояний по второй модели.

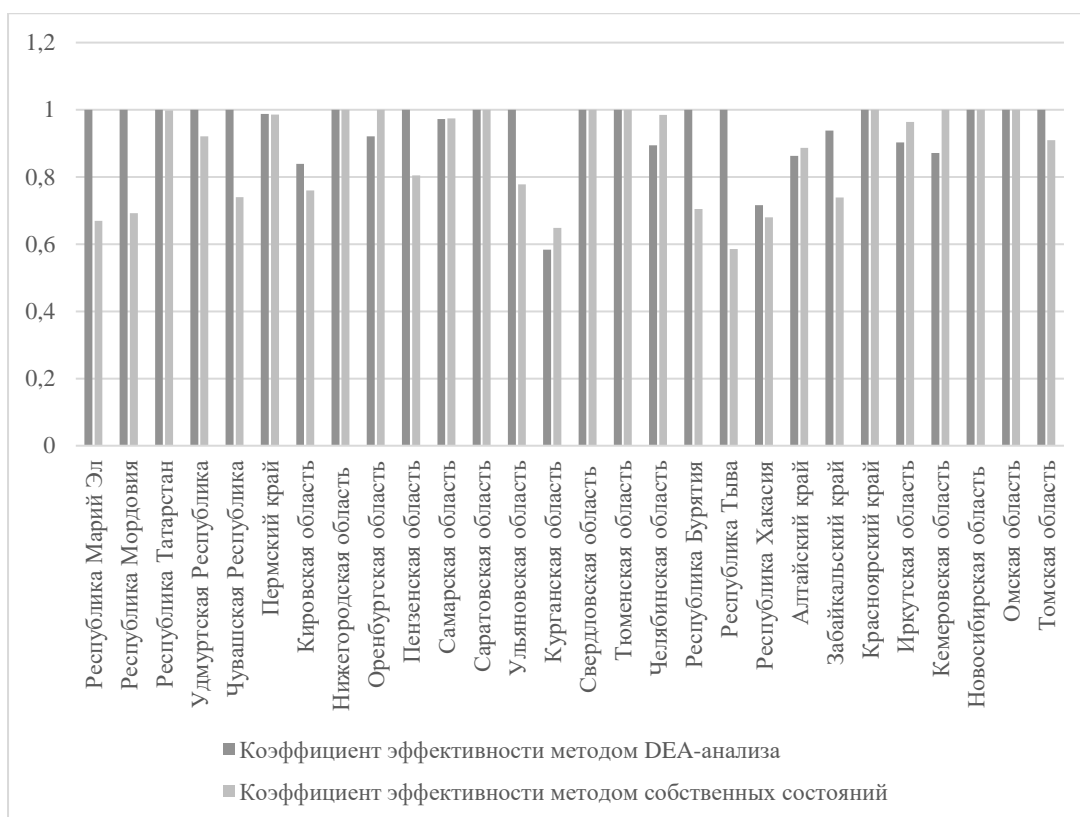


Рисунок 2 – Сравнение коэффициентов эффективности регионов методом DEA-анализа и собственных состояний по второй модели

Увеличив число показателей, метод АСФ определил наибольшее количество исследуемых объектов в группу эффективных, что является минусом данной методики. Поэтому для анализа эффективного развития регионов Российской Федерации метод собственных состояний подойдет лучше, так как при увеличении числа показателей результаты изменяются в допустимых пределах.

Выводы по главе 2

Метод собственных состояний, который был разработан на основе метода главных компонент, позволяет провести анализ состояния любых экономических объектов. На практике он демонстрирует свою работоспособность и адекватную оценку данных, что подтверждается в сравнение с известным и часто применяемом методом DEA-анализа. Основные минусы метода анализа среды функционирования в том, что любые шумы, ошибки и искажения могут значительно повлиять на конечный результат, так как DEA-анализ базируется на

оценке экстремальных значений. Также, метод позволяет дать сравнительную оценку объектов друг относительно друга, но не позволяет оценить теоретическую достижимую границу эффективности. В проведенном сравнении, данный метод определил наибольшее количество исследуемых объектов в группу эффективных, что не является совсем правильным.

В то же время, метод собственных состояний при увеличении числа показателей не относит большое количество исследуемых объектов к устойчиво развивающимся, так как оценивает деятельность каждого из них относительно эталонного значения, а результаты изменяются в допустимых пределах. Поэтому дальнейший анализ эффективного развития регионов Российской Федерации будет проведен именно с использованием метода собственных состояний.

3 ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ РФ МЕТОДОМ СОБСТВЕННЫХ СОСТОЯНИЙ

3.1 Данные исследуемых регионов и условия эффективного развития

В работе будут исследованы 30 численно измеримых показателей, являющихся статистическими данными по 28 регионам Российской Федерации Сибирского, Уральского и Приволжского федеральных округов, а именно:

- X1 – валовые накопления основного капитала (млн.руб.);
- X2 – инвестиции в основной капитал по виду деятельности «Добыча полезных ископаемых» (млн.руб.);
- X3 – истощение природных ресурсов (млн.руб.);
- X4 – ущерб от загрязнения окружающей среды (тыс.тонн);
- X5 – расходы бюджета на развитие человеческого капитала (млн.руб.);
- X6 – затраты на охрану окружающей среды (млн.руб.);
- X7 – оценка особо охраняемых природных территорий (тыс.га);
- X8 – валовой региональный продукт (млн.руб.);
- X9 – численность населения 2016 г. (тыс. человек);
- X10 – среднегодовая численность занятых в экономике (тыс. человек);
- X11 – среднедушевые денежные доходы в месяц (руб.);
- X12 – потребительские расходы в среднем на душу населения в месяц (руб.);
- X13 – среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций, (руб.);
- X14 – число врачей на 10000 человек населения;
- X15 – заболеваемость на 1000 человек населения (установлено впервые в жизни);
- X16 – удельный вес ветхого и аварийного жилищного фонда;
- X17 – удельный вес продукции сельского хозяйства растениеводства;
- X18 – удельный вес продукции сельского хозяйства животноводства;
- X19 – удельный вес ввода в действие общей площади жилых домов;

- X20 – оборот розничной торговли;
- X21 – процент людей с высшим образованием;
- X22 – число учреждений СПО;
- X23 – число обучающихся по программам ВПО;
- X24 – число собственных легковых автомобилей на 1000 человек;
- X25 – число пенсионеров на 1000 человек;
- X26 – число больничных коек на 10000 человек;
- X27 – мощность амбулаторно-поликлинических учреждений на 10000 человек;
- X28 – уровень безработицы;
- X29 – число аборт на 1000 женщин;
- X30 – реальные доходы населения.

Цель данного исследования – построение модели, описывающую изменения показателей социально-экологического качества жизни так, чтобы данный процесс приводил к увеличению критерия эффективности – индекса истинных сбережений. Для оценки деятельности на основе данного индекса, в работе применяется метод собственных состояний. Для анализа использованы статистические данные за 2016 год, которые представлены на официальном портале и в статистических сборниках Федеральной службы государственной статистики. Исходные данные представлены в приложении А.

Приволжский федеральный округ входит в число наиболее плотно населенных территорий России, который обладает разнообразной структурой экономики (машиностроение, добывающая и нефтехимическая промышленность, агропромышленный комплекс, фармацевтика и биотехнологии, энергетика, строительство, транспорт). Также, округ является одним из лидеров по производству минеральных удобрений, шин, синтетических пластмасс и смол, каустической соды. Природные условия являются одними из благоприятных в России для жизни населения. Имеется достаточное количество учебных заведений средне-специального и высшего образования. Одним из преимуществ Приволжского федерального округа является уровень человеческого капитала.

Республика Татарстан, Республика Башкортостан и Самарская область входят в десятку субъектов Российской Федерации по индексу развития человеческого потенциала. К слабым сторонам развития округа относятся сравнительно низкие доходы населения.

Уральский федеральный округ относится к числу наиболее загрязненных и «стрессовых» в экологическом отношении России. Он является лидером по объему выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников. Неблагополучная экологическая обстановка в данном регионе создает трудные условия для проживания населения, растет заболеваемость населения. Многие уезжают из региона по причине плохой экологии, несмотря на хороший уровень заработной платы. Отраслями экономики Урала являются газовая и нефтяная промышленность, черная и цветная металлургия, машиностроение, деревообрабатывающая, химическая и лесная отрасли, сельское хозяйство. Но также Урал занимает одно из первых мест в стране по демографическому уровню, объему валового регионального продукта, объему экспорта другим показателям. В целом, у региона положительная динамика.

Сибирский федеральный округ имеет большой природно-ресурсный потенциал, а также выделяется развитием межотраслевых промышленных комплексов, которые направлены на потребление и переработку металлических руд, топливных и лесных ресурсов, использование мощного гидроэнергетического потенциала. Основные отрасли экономики: черная и цветная металлургия, электроэнергетика, топливная промышленность, целлюлозно-бумажная, лесная и деревообрабатывающая промышленность. Экологическая обстановка на территории округа неблагоприятна, и как следствие, степень загрязнения природной среды – высока. Причинами являются ухудшение качества атмосферного воздуха, снижение плодородия почв и другое. Это приводит к ухудшению здоровья населения, а, следовательно, уменьшению продолжительности жизни населения.

С помощью модели эффективного развития регионов на основе индекса истинных сбережений решается задача построения модели социально-экономического развития Российской Федерации. Выделим набор целевых показателей и сформулируем условия изменения целевых показателей.

Для формулировки условия эффективности регионов будет использован критерий:

$$F = \frac{(X1 - X2 - X3 - X4 + X5 + X6 + X7)}{X8} \quad (23)$$

где:

X1 – валовые накопления основного капитала (млн.руб.);

X2 – инвестиции в основной капитал по виду деятельности «Добыча полезных ископаемых» (млн.руб.);

X3 – истощение природных ресурсов (млн.руб.);

X4 – ущерб от загрязнения окружающей среды (тыс.тонн);

X5 – расходы бюджета на развитие человеческого капитала (млн.руб.);

X6 – затраты на охрану окружающей среды (млн.руб.);

X7 – оценка особо охраняемых природных территорий (тыс.га);

X8 – валовой региональный продукт (млн.руб.).

Условие эффективного развития регионов представляет условие максимизации F.

3.2 Модель эффективного развития регионов РФ

В рамках исследования будет построено несколько различных моделей для выбора, которые должны удовлетворять поставленным условиям оценки уровня развития регионов РФ и создана эталонная модель для всех обозначенных регионов.

С помощью программы «Midas» сформируем модель, удовлетворяющую условиям эффективного развития регионов Российской Федерации. Для начала, необходимо создать базу данных и подготовить данные в соответствии с

программным инструментарием. Процесс подготовки данных представлен на рисунке 3.

Рисунок 3 – Подготовка данных для анализа

На первом этапе исследования, построим модель по матрице начальных вторых моментов с переменным числом собственных состояний. В таблице 5 представлены коэффициенты 7 собственных состояний. После 7 собственного вектора наблюдалась нулевая дисперсия, поэтому были рассмотрены с 1 по 7 собственные состояния. При построении эталонной модели индекса истинных сбережений для регионов РФ используется модель с переменным числом собственных состояний, которая строится путем пошагового анализа влияния каждой главной компоненты на изменения эталонной модели. Собственные состояния относятся к двум группам: первая – с постоянными главными компонентами, а вторая – с положительными или отрицательными

Таблица 5 – Коэффициенты собственных состояний

	1	2	3	4	5	6	7
X1	0,096183	0,34896	0,024464	0,924307	-0,10296	0,038956	-0,033
X2	0,007489	0,072641	-0,18315	0,082354	0,96817	-0,04515	-0,09807
X3	-1,2E-06	1,04E-05	-1,8E-05	-1,5E-05	1,36E-05	0,000251	-0,00047
X4	0,000213	0,001108	-0,00269	-0,00351	0,004948	0,023522	-0,03579
X5	0,035622	0,058256	-0,00811	-0,07662	0,00511	0,827933	-0,49808

Продолжение таблицы 5

	1	2	3	4	5	6	7
X6	5,44E-06	2,58E-05	-2,8E-05	-3,2E-05	-9,5E-06	0,000259	-0,00035
X7	0,000774	0,00579	-0,01786	-0,01825	-0,06515	0,231878	-0,05104
X8	0,403264	0,817548	-0,18501	-0,34796	-0,06915	-0,08272	0,042808
X9	0,889336	-0,43455	-0,12075	0,07459	-0,00244	0,003588	0,00889
X10	0,000448	-0,00018	3,22E-05	0,000242	-0,00121	-0,00316	0,00025
X11	0,002788	0,011047	0,033279	0,036278	0,072965	0,186011	0,406678
X12	0,001309	0,002882	0,000241	-0,00776	-0,0074	0,005201	0,045355
X13	0,001262	0,020513	0,002128	-0,00376	0,092491	0,463333	0,753007
X14	6,13E-08	2,36E-06	-9,2E-06	-9,9E-06	4,89E-05	9,25E-05	0,000405
X15	2,61E-05	-0,00024	-0,00048	-0,00051	0,000144	-0,00423	-0,00598
X16	-1,2E-06	3,28E-06	-1,1E-06	-1,5E-05	3,28E-05	5,76E-05	-0,00013
X17	3,6E-06	-2,6E-05	-2,6E-05	0,000126	-1,2E-06	-0,00046	-0,00078
X18	-3,6E-06	2,58E-05	2,61E-05	-0,00013	1,16E-06	0,000461	0,000784
X19	8,19E-06	0,000215	0,000481	0,002001	-0,00044	-0,00266	0,00239
X20	0,189397	0,108391	0,95684	-0,06799	0,170375	-0,02127	-0,02964
X21	6,28E-07	1,28E-06	3,04E-06	1,91E-05	-4,6E-05	-5,1E-05	-1E-05
X22	1,98E-05	7,68E-06	5,39E-05	-6,2E-05	0,000236	-0,00047	-0,00077
X23	3,02E-05	1,45E-05	9,3E-06	0,0001	-0,00034	-0,00033	0,001437
X24	1,85E-05	-8,8E-06	4,22E-05	-0,00018	0,000296	-0,00026	0,001522
X25	2,64E-06	-4,8E-05	-3,2E-05	-7,4E-05	-1,1E-05	-0,00095	-0,00289
X26	-3,8E-06	-1,1E-05	-4,3E-05	-9,3E-05	0,000152	0,000287	-0,00012
X27	-2,8E-06	3,04E-06	-2,4E-05	-0,00011	2,88E-05	0,001217	-0,00285
X28	-1,3E-07	-5,3E-08	-1,3E-06	-6E-06	1,13E-05	2,17E-05	4,28E-06
X29	-7,6E-07	1,15E-05	-5,4E-07	-5,2E-05	0,000231	0,000234	-0,00033
X30	-5,2E-07	3,3E-06	-3,9E-06	-6,2E-07	4,3E-05	-5,5E-06	0,000219

В ходе проведения анализа собственных состояний и результатов построенных моделей была найдена эталонная модель экологической эффективности развития регионов и вычислены фактические значения индекса истинных сбережений. В таблице 6 представлены результаты расчета индекса, которые получены для 7 собственных состояний. Было выявлено, что в группу собственных состояний с положительными главными компонентами попали 2, 3, 4 и 6 собственные состояния, а с отрицательными главными компонентами – 1, 5 и 7 собственные состояния. Рассмотрим наглядно расчет коэффициентов экономико-экологического развития для каждого собственного состояния и сопоставим его с фактическим значением.

Таблица 6 – Значения индекса истинных сбережений регионов РФ для 7 собственных состояний

Регион РФ	Факт	1	2	3	4	5	6	7
Республика Марий Эл	0,341648	0,348504	0,363483	0,38651	0,38651	0,441302	0,441302	0,441302
Республика Мордовия	0,427938	0,337592	0,343111	0,34347	0,376584	0,442165	0,442165	0,454904
Республика Татарстан	0,376969	0,316598	0,344368	0,349653	0,445282	0,466556	0,466556	0,466898
Удмуртская Республика	0,24535	0,319277	0,319277	0,319277	0,319277	0,319277	0,319277	0,319777
Чувашская Республика	0,360002	0,323675	0,323675	0,323675	0,36061	0,38491	0,38491	0,389818
Пермский край	0,296032	0,316598	0,322881	0,325358	0,325358	0,325358	0,325358	0,325358
Кировская область	0,3359	0,322601	0,322601	0,33453	0,344759	0,35103	0,35103	0,35627
Нижегородская область	0,328942	0,316598	0,316598	0,353221	0,36538	0,36538	0,369375	0,369375
Оренбургская область	0,221101	0,316598	0,323596	0,323596	0,323596	0,323596	0,323596	0,323596
Пензенская область	0,369194	0,321598	0,321598	0,32905	0,367336	0,388173	0,388173	0,388173
Самарская область	0,314626	0,316598	0,317375	0,323136	0,342427	0,342427	0,342427	0,342711
Саратовская область	0,328697	0,316598	0,316598	0,316598	0,373719	0,387793	0,387793	0,387793
Ульяновская область	0,389463	0,322961	0,322961	0,329921	0,369517	0,388669	0,389792	0,393804
Курганская область	0,3088	0,335245	0,335245	0,35715	0,35715	0,373709	0,373709	0,384308
Свердловская область	0,299603	0,316598	0,320858	0,403073	0,403073	0,403073	0,40637	0,408879
Тюменская область	0,509891	0,318805	0,342147	0,37032	0,515103	0,515103	0,542332	0,542332
Челябинская область	0,290019	0,316598	0,316598	0,316598	0,316598	0,353754	0,363512	0,363512
Республика Бурятия	0,358805	0,329345	0,329345	0,387877	0,387877	0,387877	0,425422	0,425422
Республика Тыва	0,620973	0,124142	0,579729	0,741876	0,741876	0,804448	0,920398	0,943381
Республика Хакасия	0,305932	0,375735	0,39661	0,438421	0,438421	0,467542	0,476461	0,476461
Алтайский край	0,297733	0,316598	0,316598	0,316598	0,343715	0,343715	0,351031	0,355343
Забайкальский край	0,471906	0,326413	0,326413	0,347445	0,434189	0,434189	0,480596	0,480596
Красноярский край	0,32601	0,316598	0,353395	0,353395	0,353395	0,369121	0,384062	0,386897
Иркутская область	0,253248	0,316598	0,327448	0,327448	0,327448	0,327448	0,332656	0,33305
Кемеровская область	0,251177	0,316598	0,316598	0,316598	0,332501	0,332501	0,34336	0,346065
Новосибирская область	0,289878	0,316598	0,316598	0,316598	0,316598	0,342699	0,349324	0,349324
Омская область	0,261253	0,316598	0,316598	0,316598	0,316598	0,335179	0,335179	0,335179
Томская область	0,246364	0,324484	0,350793	0,350793	0,350793	0,350793	0,350793	0,350793

В каждом столбце, где представлен номер добавляемого собственного состояния, выделены коэффициенты индекса истинных сбережений, которые растут в рамках данного собственного состояния. Первое собственное состояние представляет наиболее значимую тенденцию в развитии регионов и считается обобщенным значением происходящих явлений для всех исследуемых объектов. В рамках данного состояния при увеличении затрат на охрану окружающей среды, повышается уровень заболеваемости населения, но снижается количество ветхого и аварийного жилья. Растет уровень образования населения и снижается уровень безработицы.

Можно заметить, что 2 собственное состояние приводит к заметному росту индекса регионов, у которых вторая главная компонента положительна: Республика Марий Эл, Мордовия, Татарстан, Тыва, Хакасия, Пермский и Красноярский край, Оренбургская, Самарская, Свердловская, Тюменская, Иркутская и Томская области. При снижении расходов на охрану окружающей среды и увеличении затрат на развитие человеческого капитала, снижается численность населения и уровень заболеваемости. Увеличивается уровень безработицы.

3 собственное состояние приводит к заметному росту индекса истинных сбережений регионов, главная компонента которых положительна: Республика Марий Эл, Бурятия, Тыва, Хакасия, Пермский край, Кировская, Нижегородская, Самарская, Курганская и Свердловская области. В рамках данного собственного состояния растет число людей с высшим образованием, снижается уровень безработицы. Но при этом снижается уровень доходов населения, а число работающего населения растет. Снижается уровень аварийного и ветхого жилья.

4 собственное состояние увеличивает индекс истинных сбережений регионов Российской Федерации, у которых четвертая главная компонента положительна: Республика Татарстан, Чувашия, Алтайский край, Кировская, Нижегородская, Самарская, Саратовская, Тюменская и Кемеровская области. При данной

компоненте можно заметить рост населения, при котором снижаются ежемесячные доходы и расходы, так как становится ниже заработная плата.

5 собственное состояние приводит к заметному росту индекса регионов с отрицательной главной компонентой: Республика Марий Эл, Мордовия, Татарстан, Чувашия, Тыва, Хакасия, Красноярский край, Кировская, Пензенская, Саратовская, Курганская, Челябинская, Новосибирская и Омская области. В рамках данного состояния увеличиваются затраты на охрану окружающей среды, повышается число врачей и уровень заболеваемости. Реальные доходы населения снижаются и повышается уровень безработицы.

6 собственное состояние увеличивает индекс истинных сбережений регионов России с положительной главной компонентой: Нижегородская, Ульяновская, Свердловская, Тюменская, Челябинская, Иркутская, Новосибирская, Кемеровская области, Республика Бурятия, Тыва, Хакасия, Алтайский, Забайкальский и Красноярский край. При повышении затрат на охрану окружающей среды, растет численность населения, снижается число автомобилей и уровень заболеваемости. Наблюдается рост заработной платы и доходов населения.

7 собственное состояние приводит к росту индекса регионов, у которых седьмая главная компонента отрицательна: Республика Мордовия, Татарстан, Чувашия, Тыва, Кировская, Самарская, Ульяновская, Курганская, Свердловская, Иркутская, Кемеровская области, Алтайский и Красноярский край. В рамках данной компоненты происходит развитие образования, растет количество новостроек и снижается число ветхого и аварийного жилья.

Исходя из анализа, можно сделать вывод о том, что наиболее полно удовлетворяет требованиям эффективного развития регионов 6 собственное состояние.

В таблице 7 представлены значения индекса истинных сбережений, полученные по фактическим и эталонным данным для сравнения.

Таблица 7 – Фактические и эталонные значения индекса истинных сбережений, полученные по первой модели

Регион РФ	Фактические значения	Эталонные значения
Республика Тыва	0,621	0,920
Тюменская область	0,510	0,542
Забайкальский край	0,472	0,481
Республика Мордовия	0,428	0,442
Ульяновская область	0,389	0,390
Республика Татарстан	0,377	0,467
Пензенская область	0,369	0,388
Чувашская Республика	0,360	0,385
Республика Бурятия	0,359	0,425
Республика Марий Эл	0,342	0,441
Кировская область	0,336	0,351
Саратовская область	0,329	0,388
Нижегородская область	0,329	0,369
Красноярский край	0,326	0,384
Самарская область	0,315	0,342
Курганская область	0,309	0,374
Республика Хакасия	0,306	0,476
Свердловская область	0,300	0,406
Алтайский край	0,298	0,351
Пермский край	0,296	0,325
Челябинская область	0,290	0,364
Новосибирская область	0,290	0,349
Омская область	0,261	0,335
Иркутская область	0,253	0,333
Кемеровская область	0,251	0,343
Томская область	0,246	0,351
Удмуртская Республика	0,245	0,319
Оренбургская область	0,221	0,324

Из полученных результатов можно отметить, что в рамках данной модели эталонные значения индекса истинных сбережений по всем регионам больше фактических значений показателя. Рассматриваемые регионы отличаются не только территориальным расположением и уровнем развития. На эффективность могут влиять и другие различные факторы.

На втором этапе исследования построим модель по матрице начальных вторых моментов с переменным числом собственных состояний при условии выборки. В

таблице 8 представлены коэффициенты 3 собственных состояний. После 3 собственного вектора наблюдалась нулевая дисперсия, поэтому были рассмотрены с 1 по 3 собственные состояния. Регионы будут оцениваться по выборке, в которую входят объекты с высоким значением индекса истинных сбережений (большим 0,4). В выборку вошли четыре региона: Республика Тыва, Тюменская область, Забайкальский край и Республика Мордовия.

Таблица 8 – Коэффициенты собственных состояний

	1	2	3
X1	0,200127	0,455269	0,051911
X2	0,026753	0,096968	0,156479
X3	-2,2E-06	-2,3E-05	5,04E-05
X4	7,79E-05	-0,00018	0,001424
X5	0,038629	0,057605	0,161814
X6	4,13E-06	1,41E-06	7,2E-06
X7	5,35E-05	-0,00045	0,071719
X8	0,420045	0,656279	-0,42932
X9	0,852468	-0,51507	-0,02007
X10	0,000406	-0,00037	-0,00251
X11	0,0202	0,03918	0,060041
X12	0,002545	-0,01257	0,027423
X13	0,009619	0,024447	0,460932
X14	-1,2E-06	-9,5E-06	-0,00015
X15	2,12E-05	-0,00023	-0,00056
X16	-1E-05	3,34E-05	0,000219
X17	1,66E-05	-5,8E-06	-0,00051
X18	-1,7E-05	5,77E-06	0,000508
X19	0,00044	0,002017	-0,00455
X20	0,232582	0,285861	0,734795
X21	-2,2E-06	3,12E-05	-0,00024
X22	3,01E-06	-4E-05	-0,00028
X23	4,22E-05	4,63E-05	-0,00036
X24	0,000109	-0,00023	-0,00153
X25	-8,4E-06	-0,00012	-0,00166
X26	-3,7E-05	1,08E-05	0,00092
X27	-2,8E-05	0,000436	0,000604
X28	-2,3E-06	3,58E-06	7,02E-05
X29	-6,4E-06	6,37E-05	0,000619
X30	3,21E-07	1,76E-06	-3,5E-05

В ходе проведения анализа собственных состояний и результатов построенных моделей была найдена эталонная модель экологической эффективности развития регионов и вычислены фактические значения индекса истинных сбережений. В таблице 9 представлены результаты расчета индекса, которые получены для трех собственных состояний. Было выявлено, что в группу собственных состояний с положительными главными компонентами попали все 3 собственных состояния. Рассмотрим наглядно расчет коэффициентов экономико-экологического развития для каждого собственного состояния и сопоставим его с фактическим значением.

Таблица 9 – Значения индекса истинных сбережений регионов РФ для 3 собственных состояний

Регион РФ	Факт	1	2	3
Республика Марий Эл	0,341648	0,492243	0,492243	0,492243
Республика Мордовия	0,427938	0,492243	0,492243	0,492243
Республика Татарстан	0,376969	0,502669	0,502669	0,502669
Удмуртская Республика	0,24535	0,498219	0,498219	0,498219
Чувашская Республика	0,360002	0,495596	0,495596	0,495596
Пермский край	0,296032	0,501456	0,501456	0,501456
Кировская область	0,3359	0,496228	0,496228	0,499672
Нижегородская область	0,328942	0,502047	0,502047	0,502047
Оренбургская область	0,221101	0,50018	0,50018	0,50018
Пензенская область	0,369194	0,496848	0,496848	0,496848
Самарская область	0,314626	0,502077	0,502077	0,502077
Саратовская область	0,328697	0,500909	0,500909	0,500909
Ульяновская область	0,389463	0,496055	0,496055	0,496055
Курганская область	0,3088	0,492243	0,492243	0,492243
Свердловская область	0,299603	0,502835	0,502835	0,502835
Тюменская область	0,509891	0,49865	0,510022	0,510022
Челябинская область	0,290019	0,502219	0,502219	0,502219
Республика Бурятия	0,358805	0,492495	0,492495	0,542398
Республика Тыва	0,620973	0,492243	0,514006	0,521618
Республика Хакасия	0,305932	0,492243	0,512225	0,512225
Алтайский край	0,297733	0,50061	0,50061	0,502701
Забайкальский край	0,471906	0,494142	0,494142	0,508303
Красноярский край	0,32601	0,501975	0,510144	0,510144
Иркутская область	0,253248	0,50111	0,50111	0,50111
Кемеровская область	0,251177	0,50137	0,50137	0,50137
Новосибирская область	0,289878	0,501552	0,501552	0,501552
Омская область	0,261253	0,499936	0,499936	0,499936
Томская область	0,246364	0,495315	0,506303	0,506303

Первое собственное состояние представляет наиболее значимую тенденцию в развитии регионов и считается обобщенным значением происходящих явлений для всех исследуемых объектов. В рамках данного собственного состояния при увеличении затрат на развитие человеческого капитала и на охрану окружающей среды, снижается уровень безработицы, повышается уровень здоровья населения, растет уровень образования, увеличиваются доходы населения.

Второе собственное состояние приводит к заметному росту индекса регионов, у которых вторая главная компонента положительна: Тюменская область, Республика Тыва и Хакасия, Красноярский край, Томская область. При увеличении затрат на охрану окружающей среды, снижается численность населения, уровень заболеваемости и численность врачей. Повышается оборот розничной торговли, увеличивается уровень доходов населения.

Третье собственное состояние приводит к заметному росту индекса истинных сбережений регионов, главная компонента которых положительна: Кировская область, Республика Бурятия и Тыва. В рамках данного собственного состояния растут потребительские доходы и расходы населения, снижается число занятых в экономике, снижается уровень безработицы. Увеличивается число ветхого и аварийного жилья.

Исходя из анализа, можно сделать вывод о том, что первое собственное состояние наиболее полно удовлетворяет требованиям эффективного развития регионов РФ.

В таблице 10 представлены значения индекса истинных сбережений, полученные по фактическим и эталонным данным полученной модели для сравнения.

Таблица 10 – Фактические и эталонные значения индекса истинных сбережений, полученные по второй модели

Регион РФ	Фактические значения	Эталонные значения
Республика Тыва	0,621	0,492
Тюменская область	0,510	0,499

Продолжение таблицы 10

Регион РФ	Фактические значения	Эталонные значения
Забайкальский край	0,472	0,494
Республика Мордовия	0,428	0,492
Ульяновская область	0,389	0,496
Республика Татарстан	0,377	0,503
Пензенская область	0,369	0,497
Чувашская Республика	0,360	0,496
Республика Бурятия	0,359	0,492
Республика Марий Эл	0,342	0,492
Кировская область	0,336	0,496
Нижегородская область	0,329	0,502
Саратовская область	0,329	0,501
Красноярский край	0,326	0,502
Самарская область	0,315	0,502
Курганская область	0,309	0,492
Республика Хакасия	0,306	0,492
Свердловская область	0,300	0,503
Алтайский край	0,298	0,501
Пермский край	0,296	0,501
Челябинская область	0,290	0,502
Новосибирская область	0,290	0,502
Омская область	0,261	0,500
Иркутская область	0,253	0,501
Кемеровская область	0,251	0,501
Томская область	0,246	0,495
Удмуртская Республика	0,245	0,498
Оренбургская область	0,221	0,500

Значение индекса истинных сбережений для Тюменской области и Республики Тыва фактическое значение индекса больше полученного эталонного значения. Можно сказать, что данные регионы развиваются на границе эффективности. Необходима корректировка региональной политики, в том числе пересмотр целей и задач развития данных регионов, для изменения сложившейся ситуации.

На третьем этапе исследования выполним построение эталонной модели деятельности регионов путем выделения классов в исходной матрице в соответствии с численными значениями исходных значений индекса истинных сбережений - высокий, средний и низкий, используя метод k-ближайших соседей.

Данный этап представлен на рисунке 4. Метод заключается в том, что каждый показатель относится к тому классу, который распространён среди соседних показателей. Результат выделения классов таков: в первом классе 9 объектов, во втором – 11 объектов, а в третьем – 8 объектов.

Имя	Номер	Валовые на	Инвестиции	Истощение	Ущерб от з	Расходы бк	Затраты на	Оценка осс	Валовой ре	Численност	Среднегодо	Средне душ	Потребител	Средне мес	Численност	Забоевава	Удельный в	Произудция	Пр
класса	класса	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18
Республи	Class 0	39934.50000	6.700000	84.500000	36.000000	16639.30000	0.879000	105.800000	165531.0000	684684.0000	331.002000	18672.00000	11403.80000	31118.10000	34.800000	935.700000	4.750000	21.300000	78.
Республи	Class 0	54572.20000	8.800000	105.800000	41.000000	25699.20000	2.240000	76.400000	187397.3000	808541.0000	424.717000	17698.00000	9936.900000	28381.10000	53.700000	658.900000	2.460000	38.900000	61.
Республи	Class 0	584180.6000	46769.50000	104.300000	338.000000	153904.9000	20.648000	170.000000	1833215.0000	3885253.0000	1980.758000	32614.00000	14933.50000	38623.60000	40.600000	792.300000	0.990000	50.600000	49.
Чувашска	Class 0	83034.30000	15591.30000	101.700000	147.000000	54659.00000	2.947000	250.900000	497695.0000	1516826.0000	764.165000	23883.00000	12728.70000	32191.60000	55.300000	991.000000	2.500000	34.900000	65.
Чувашска	Class 0	57290.70000	75.800000	73.700000	25.000000	32953.50000	1.651000	76.300000	250408.9000	1235863.0000	611.837000	17877.00000	9977.000000	28962.10000	49.300000	934.200000	1.260000	45.500000	54.
Пермский	Class 0	240029.8000	27888.50000	102.600000	309.000000	96967.20000	10.980000	1539.500000	1048019.0000	2632097.0000	1236.632000	28405.00000	13090.20000	40244.40000	49.200000	950.200000	3.680000	31.100000	68.
Кировска	Class 0	54727.20000	34.900000	114.300000	99.000000	37592.00000	4.127000	803.400000	276506.4000	1291684.0000	643.463000	21303.00000	13272.70000	28671.10000	44.400000	746.400000	7.350000	33.000000	67.
Нижегоро	Class 0	242524.9000	44.900000	82.600000	150.000000	109046.7000	9.889000	427.200000	1069280.0000	3247713.0000	1695.998000	30614.00000	17377.70000	37261.50000	47.400000	913.000000	1.700000	45.300000	54.
Оренбург	Class 0	177114.5000	67924.50000	96.300000	512.000000	62574.30000	6.796000	159.600000	774859.0000	1989589.0000	962.231000	22035.00000	12136.90000	31470.70000	46.900000	792.900000	3.000000	52.400000	47.
Пензенск	Class 0	87968.70000	328.300000	92.200000	44.000000	36478.20000	1.154000	246.300000	336489.8000	1341526.0000	675.931000	21040.00000	12567.00000	31318.70000	38.900000	732.800000	2.780000	48.800000	51.
Самарска	Class 0	310429.5000	32655.80000	101.500000	253.000000	112507.2000	14.921000	295.800000	1240320.0000	3203679.0000	1686.671000	26800.00000	15112.80000	34700.60000	45.400000	975.700000	2.360000	63.100000	36.

Рисунок 4 – Выделение классов в исходной матрице данных

Следующий этап – построение ковариационной матрицы, позволяющей получить оценки параметров модели. Данный этап представлен на рисунке 5. Модель состоит из собственных состояний, рассчитанных по матрице внутриклассовых различий. При построении эталонной модели индекса истинных сбережений для регионов используется модель с переменным числом собственных состояний.

Различия	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	
Valovye na	X1	7,279930	7,893955	-6,02572e	3,369355	+1,414627e	+3,328248e	+3,811859e	+1,863066e	+1,911470e	+1,030617e	+2,871081e	+5,868951e	+2,151421e	+1,354106e	-2,862288e	-4,527096e	3,316001e	+3,31601e	+4,1
Инвестиции	X2	7,893953	4,392310e	+2,634223e	+4,652524e	+1,156056e	+6,922984e	+1,322369e	+1,803019e	-8,175308e	-5,654382e	+1,358205e	+4,119211e	+5,066057e	+1,537291e	-1,652515e	+8,648672e	-1,921739e	+1,921739e	+8,3
Истощение	X3	-6,025721e	+2,634222e	+1,233818e	-8,639137e	-2,190680e	-3,944476e	-5,764331e	-3,954622e	-1,074679e	-6,348716e	-1,033238e	-2,071407e	-2,694259e	-1,724253e	-5,609941e	+6,132787e	+3,669577e	-3,669577e	+6,7
Ущерб от з	X4	+3,369395	+4,652524e	-8,639137e	+1,615115e	+4,235714e	+2,082103e	+7,861809e	+3,975310e	+1,222275e	+2,379161e	+6,367862e	+1,801744e	+8,032855e	+5,959348e	5,028333e	+5,985641e	-9,376128e	+9,376128e	-1,5
Расходы бс	X5	+1,414627	+1,156056e	-2,190680e	+4,235714e	+4,453866e	+9,665758e	+2,114769e	+5,027361e	+6,919746e	+3,416593e	+6,652602e	+1,899182e	+5,263921e	-1,741380e	4,113499e	-1,192043e	-3,945765e	+3,945765e	-1,2
Затраты на	X6	+3,328248	+6,922984e	-3,944476e	+2,082103e	+9,665758e	+3,947551e	+1,156000e	+1,090782e	+7,301295e	+3,539185e	+9,416536e	+5,075965e	+1,608884e	+1,985348e	-9,846314e	+8,548028e	-1,234964e	+1,234964e	-1,6
Оценка осс	X7	+3,811859	+1,322369e	-5,764331e	+7,861809e	+2,114769e	+1,156000e	+7,632339e	+1,618323e	-1,397077e	-3,762365e	+3,768418e	+1,103310e	+5,804898e	+2,994007e	5,252096e	+6,056874e	-8,514065e	+8,514065e	-9,4
Валовой ре	X8	+1,863066	+1,803019e	-3,954622e	+3,975310e	+5,027361e	+1,090782e	+1,618323e	+6,259388e	+8,124894e	+4,187821e	+7,600117e	+2,259347e	+5,360070e	-3,018313e	4,376985e	-1,666377e	-3,126642e	+3,126642e	+1,6
Численност	X9	+1,911470	-8,175308e	-1,074679e	+1,222275e	+6,919746e	+7,301295e	-1,397077e	+8,124894e	+1,843241e	+9,262577e	+9,704047e	+2,917713e	+8,631792e	-3,056579e	+6,020534e	-4,757498e	+4,303393e	4,303393e	-1,1
Среднегодо	X10	+1,030617	-5,654382e	-6,348716e	+2,379161e	+3,416593e	+3,539185e	-3,762365e	+4,187821e	+9,262577e	+4,856402e	+4,874435e	+1,762762e	-1,898580e	-1,456327e	+4,510041e	-2,621697e	+2,983558e	-2,983558e	-3,7
Средне мес	X11	+2,871081	+1,358205e	-1,033238e	+3,367862e	+6,652602e	+9,416536e	+3,768418e	+7,600117e	+9,704047e	+4,874435e	+3,422500e	+3,223568e	+1,659802e	+1,466723e	-1,727308e	-4,347536e	-6,678498e	+6,678498e	+2,7
Потребител	X12	+5,868951	+4,119211e	-2,071407e	+1,801744e	+1,899182e	+5,075965e	+1,103310e	+2,259347e	+2,917713e	+1,762762e	+3,223568e	+2,425039e	+2,077991e	-9,975147e	+1,818785e	-1,280267e	-1,695357e	+1,695357e	-6,6
Средне мес	X13	+2,151421	+5,066057e	-2,694259e	+8,032855e	+5,263921e	+1,608884e	+5,804898e	+5,350070e	+1,898580e	+1,659802e	+2,077991e	+2,792337e	+9,205741e	-2,649150e	+1,390745e	-2,618099e	+2,618099e	+2,618099e	+1,1
Численност	X14	-1,354106	+1,537291e	-1,724253e	+5,959348e	-1,741380e	+1,985348e	+2,994007e	-3,018313e	-3,056579e	-1,456327e	+1,466723e	-9,975147e	+9,205741e	+3,189922e	-2,453932e	+7,735231e	-1,817447e	+1,817447e	-1,7
Заболеван	X15	-2,862288	-1,652515e	-5,609941e	5,028333e	4,113499e	-9,846314e	5,529096e	4,376865e	+6,020534e	+1,501041e	-1,727308e	+1,818785e	-2,649150e	-2,453932e	-1,395540e	-4,420640e	+2,432141e	-2,432141e	-4,1
Удельный в	X16	-4,527096	+8,648672e	+6,132787e	+5,985641e	-1,192043e	+8,548028e	+6,056874e	-1,666377e	-2,621697e	-4,757498e	-2,621697e	-1,280267e	+1,390745e	-4,420640e	+7,437096e	-1,074999e	+1,074999e	+1,074999e	-7,7
Площадь	X17	-3,316601	-1,921739e	+3,669577e	-9,376128e	-3,945765e	-1,234964e	-8,514065e	-3,126642e	+4,303393e	+9,975147e	-1,695357e	-2,618099e	-1,817447e	+2,432141e	-1,074999e	+1,167110e	-1,167110e	+1,167110e	+9,1

Рисунок 5 – Построение ковариационной матрицы

После 9 собственного вектора наблюдалась нулевая дисперсия, поэтому были рассмотрены с 1 по 9 собственные состояния. Эталонная модель индекса истинных сбережений для регионов РФ строится путем пошагового анализа влияния каждой главной компоненты на изменения эталонной модели. Собственные состояния относятся к двум группам: первая – с постоянными главными компонентами, а вторая – с положительными или отрицательными. В таблице 11 представлены коэффициенты 9 собственных состояний.

Таблица 11 – Коэффициенты собственных состояний

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
X1	0,11174	0,35544	0,0815	0,91783	-0,0942	0,03718	-0,037	-0,0177	0,00309
X2	0,00027	0,08375	-0,178	0,08098	0,96721	-0,0575	-0,104	0,00732	0,06685
X3	-5E-06	7,3E-06	-5E-06	4,8E-06	5,2E-05	0,00014	-0,0006	0,00173	-0,0021
X4	0,00012	0,00118	-0,0028	-0,0034	0,00502	0,02479	-0,0361	-0,0045	0,05305
X5	0,03641	0,05604	-0,0012	-0,0775	0,01494	0,83002	-0,4868	0,06039	-0,2127
X6	4,9E-06	2,6E-05	-3E-05	-3E-05	-8E-06	0,00027	-0,0004	-8E-05	0,00102
X7	0,00022	0,00589	-0,0198	-0,0154	-0,0632	0,24744	-0,0537	0,00633	0,8446
X8	0,43477	0,7993	-0,1928	-0,3479	-0,0756	-0,0776	0,04474	0,00418	-0,0021
X9	0,85577	-0,4705	-0,1927	0,09499	-0,0016	0,007	0,00766	-0,0002	-0,0009
X10	0,00043	-0,0002	4E-05	0,00021	-0,0013	-0,0033	0,00049	0,00389	0,00645
X11	0,00539	0,01112	0,03588	0,02826	0,06653	0,21275	0,47392	0,80917	-0,1476
X12	0,00156	0,00279	-0,0003	-0,0083	-0,0085	0,0093	0,05466	0,27372	0,45909
X13	0,00151	0,01884	0,00661	0,0028	0,10965	0,43814	0,7183	-0,5146	-0,0044

Продолжение таблицы 11

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
X14	-1E-06	4,4E-06	-4E-06	-2E-05	4,3E-05	9,4E-05	0,00045	-0,0006	-0,0008
X15	-1E-05	-0,0002	-0,0005	-0,0006	-0,0001	-0,0039	-0,0049	0,01965	-0,0111
X16	-2E-06	2,7E-06	3,6E-06	-1E-05	4,2E-05	2,4E-05	-0,0002	-0,0008	0,00019
X17	8,7E-07	-2E-05	-2E-05	0,00011	-3E-05	-0,0004	-0,0006	0,0017	-0,0008
X18	-9E-07	1,9E-05	2,1E-05	-0,0001	3,3E-05	0,0004	0,00065	-0,0017	0,00083
X19	-3E-05	0,00032	0,00105	0,00154	-0,0007	-0,0032	0,00522	0,01637	-0,0089
X20	0,25454	0,05213	0,94107	-0,1175	0,17072	-0,0334	-0,0307	-0,0232	0,03521
X21	4,2E-07	-2E-07	4,6E-06	2,7E-05	-4E-05	-8E-05	-6E-05	0,00017	-0,0003
X22	2,4E-05	2,4E-06	5E-05	-6E-05	0,00024	-0,0005	-0,0008	6,7E-05	-0,0019
X23	3,5E-05	1,2E-05	-9E-06	0,00011	-0,0004	-0,0002	0,00148	0,00042	-0,0037
X24	2,5E-05	-8E-06	1,7E-05	-0,0002	0,00024	-9E-05	0,00194	0,00986	0,00041
X25	-4E-06	-4E-05	-2E-05	-0,0001	-6E-05	-0,0009	-0,0027	0,00453	0,00129
X26	-1E-05	-1E-05	-3E-05	-8E-05	0,00019	0,00018	-0,0003	-0,0023	-0,0006
X27	-8E-06	9,4E-06	1,1E-07	-0,0001	1,4E-05	0,00125	-0,0028	-0,0043	0,00435
X28	-1E-07	-5E-07	-2E-06	-4E-06	1,4E-05	1,8E-05	-1E-05	-0,0002	-9E-06
X29	-1E-06	1,1E-05	2,7E-06	-5E-05	0,00024	0,0002	-0,0004	-0,0008	0,00065
X30	-2E-07	3,5E-06	-5E-06	-8E-07	4,2E-05	-4E-07	0,00022	-0,0003	0,00014

В ходе проведения анализа собственных состояний и результатов построенных моделей была найдена эталонная модель экологической эффективности развития регионов и вычислены фактические значения индекса истинных сбережений. В таблице 12 представлены результаты расчета индекса, которые получены для 9 собственных состояний. Было выявлено, что в группу собственных состояний с положительными главными компонентами попали 1, 2, 3, 4, 6, 8 и 9 собственные состояния, а с отрицательными главными компонентами – 5 и 7 собственные состояния.

Первое собственное состояние представляет наиболее значимую тенденцию в развитии регионов. В рамках данного состояния при увеличении затрат на охрану окружающей среды, увеличивается численность населения, повышается число занятого населения и снижается уровень безработицы, растет заработная плата. Повышается уровень образования населения и снижается заболеваемость.

Можно заметить, что 2 собственное состояние приводит к заметному росту индекса регионов, у которых вторая главная компонента положительна:

Республика Марий Эл, Удмуртия, Татарстан, Тыва, Хакасия, Пермский, Красноярский край, Оренбургская, Пензенская, Ульяновская, Тюменская, Иркутская, Томская области. Снижение численности населения приводит к увеличению числа больниц и врачей. Увеличиваются реальные доходы населения, но снижается уровень образования.

3 собственное состояние приводит к заметному росту индекса истинных сбережений регионов, главная компонента которых положительна: Республика Марий Эл, Чувашия, Бурятия, Тыва, Хакасия, Пермский край, Кировская, Нижегородская, Пензенская, Самарская, Саратовская, Ульяновская, Свердловская, Тюменская, Новосибирская области. При снижении затрат на охрану окружающей среды, снижается численность населения, растет число аборт. Но увеличивается процент людей с высшим образованием и число занятых в экономике.

4 собственное состояние увеличивает индекс истинных сбережений регионов Российской Федерации, у которых четвертая главная компонента положительна: Республика Мордовия, Татарстан, Чувашия, Бурятия, Нижегородская, Пензенская, Самарская, Саратовская, Ульяновская, Тюменская, Кемеровская области, Алтайский, Забайкальский край. В рамках данного собственного состояния при снижении затрат на охрану окружающей среды, растет численность населения. Снижается уровень ветхого и аварийного жилья и растет число новостроек. Снижается число больниц, но и падает уровень заболеваемости.

5 собственное состояние приводит к заметному росту индекса регионов с отрицательной главной компонентой: Республика Марий Эл, Мордовия, Татарстан, Удмуртия, Чувашия, Тыва, Хакасия, Кировская, Пензенская, Саратовская, Ульяновская, Курганская, Челябинская, Новосибирская, Омская области, Красноярский край. Рост затрат на развитие человеческого капитала приводит к повышению реальных доходов населения. Растет число врачей и больниц, снижается уровень заболеваемости. Но повышается уровень безработицы и снижается уровень образования.

6 собственное состояние увеличивает индекс истинных сбережений регионов России с положительной главной компонентой: Нижегородская, Ульяновская, Свердловская, Тюменская, Челябинская, Иркутская, Кемеровская, Новосибирская области, Республика Бурятия, Тыва, Алтайский, Забайкальский, Красноярский край. В рамках данного собственного состояния снижается уровень доходов населения и растет уровень безработицы. Оборот розничной торговли идет на спад, повышаются расходы населения. Растет количество ветхого и аварийного жилья.

7 собственное состояние приводит к росту индекса регионов, у которых седьмая главная компонента отрицательна: Республика Марий Эл, Мордовия, Татарстан, Чувашия, Тыва, Кировская, Самарская, Ульяновская, Курганская, Свердловская, Иркутская, Кемеровская области, Алтайский, Красноярский край. Наблюдается рост доходов населения, сокращение уровня безработицы, растет уровень образования и медицины.

8 собственное состояние приводит к росту индекса регионов, у которых седьмая главная компонента положительна: Республика Марий Эл, Мордовия, Удмуртия, Пермский, Красноярский край, Кировская, Нижегородская, Самарская, Курганская, Тюменская, Челябинская, Новосибирская, Томская области. При данном собственном состоянии повышение затрат на развитие человеческого потенциала приводит к снижению численности населения, уровня заработной платы. Число студентов и людей с высшим образованием увеличивается, но растет уровень заболеваемости.

9 собственное состояние приводит к росту индекса регионов, у которых седьмая главная компонента положительна: Республика Марий Эл, Тыва, Бурятия, Пермский, Забайкальский, Красноярский край, Кировская, Нижегородская, Оренбургская, Пензенская, Самарская, Саратовская, Ульяновская, Челябинская области. В рамках этого собственного состояния при увеличении затрат на экологическую составляющую регионов, увеличивается ущерб от загрязнения окружающей среды. Как следствие, снижается численность населения, растет число аборт, сокращается количество поликлиник и врачей.

Таблица 12 – Значения индекса истинных сбережений регионов РФ для 9 собственных состояний

Регион РФ	Факт	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Республика Марий Эл	0,341648	0,34649	0,348931	0,358552	0,358552	0,395007	0,395007	0,395257	0,395546	0,398064
Республика Мордовия	0,427938	0,34649	0,34649	0,34649	0,413952	0,467289	0,467289	0,480179	0,480584	0,480584
Республика Татарстан	0,376969	0,318523	0,329283	0,329283	0,376544	0,38628	0,38628	0,386607	0,386607	0,386607
Удмуртская Республика	0,24535	0,322284	0,330753	0,330753	0,330753	0,335202	0,335202	0,335202	0,335358	0,335358
Чувашская Республика	0,360002	0,322284	0,322284	0,334447	0,335383	0,357115	0,357115	0,359976	0,359976	0,359976
Пермский край	0,296032	0,310217	0,315299	0,329072	0,329072	0,329072	0,329072	0,329072	0,329098	0,329319
Кировская область	0,3359	0,322284	0,322284	0,349057	0,349057	0,358653	0,358653	0,361782	0,361874	0,363765
Нижегородская область	0,328942	0,311222	0,311222	0,33569	0,342095	0,342095	0,342568	0,342568	0,342631	0,34356
Оренбургская область	0,221101	0,327917	0,337116	0,337116	0,337116	0,337116	0,337116	0,337116	0,337116	0,338408
Пензенская область	0,369194	0,322284	0,323795	0,344861	0,349616	0,371342	0,371342	0,371342	0,371342	0,372987
Самарская область	0,314626	0,311532	0,311532	0,317355	0,328532	0,328532	0,328532	0,32877	0,32879	0,329238
Саратовская область	0,328697	0,310217	0,310217	0,313065	0,345794	0,351132	0,351132	0,351132	0,351132	0,351288
Ульяновская область	0,389463	0,322284	0,325301	0,349127	0,350006	0,368439	0,369858	0,37191	0,371971	0,372044
Курганская область	0,3088	0,346054	0,346054	0,346054	0,346054	0,355601	0,355601	0,365182	0,365975	0,365975
Свердловская область	0,299603	0,320581	0,320581	0,344239	0,344239	0,344239	0,34577	0,346607	0,346607	0,346607
Тюменская область	0,509891	0,3224	0,351177	0,397122	0,511878	0,511878	0,539868	0,539868	0,540004	0,540004
Челябинская область	0,290019	0,313299	0,313299	0,313299	0,313299	0,330383	0,336753	0,336753	0,336761	0,337655
Республика Бурятия	0,358805	0,344848	0,344848	0,372285	0,380452	0,380452	0,409195	0,409195	0,409415	0,411836
Республика Тыва	0,620973	0,34649	0,361927	0,413757	0,413757	0,420062	0,426639	0,431956	0,431956	0,432016
Республика Хакасия	0,305932	0,34649	0,362847	0,396668	0,396668	0,411696	0,411696	0,411696	0,411696	0,411696
Алтайский край	0,297733	0,32935	0,32935	0,32935	0,354437	0,354437	0,367011	0,370177	0,370177	0,370177
Забайкальский край	0,471906	0,344247	0,344247	0,344247	0,447827	0,447827	0,487445	0,487445	0,487445	0,489008
Красноярский край	0,32601	0,310217	0,33618	0,33618	0,33618	0,346901	0,357265	0,358807	0,358825	0,359528
Иркутская область	0,253248	0,310217	0,319409	0,319409	0,319409	0,319409	0,320734	0,320915	0,320915	0,320915
Кемеровская область	0,251177	0,310217	0,310217	0,310217	0,323364	0,323364	0,328114	0,329465	0,329465	0,329465
Новосибирская область	0,289878	0,310217	0,310217	0,312762	0,312762	0,326069	0,32812	0,32812	0,328148	0,328148
Омская область	0,261253	0,327172	0,327172	0,327172	0,327172	0,350788	0,350788	0,350788	0,350788	0,350788
Томская область	0,246364	0,343806	0,356845	0,356845	0,356845	0,356845	0,356845	0,356845	0,356883	0,356883

Исходя из анализа, можно сделать вывод о том, что седьмое собственное состояние наиболее полно удовлетворяет требованиям эффективного развития регионов РФ.

В таблице 13 представлены значения индекса истинных сбережений, полученные по фактическим и эталонным данным для сравнения.

Таблица 13 – Фактические и эталонные значения индекса истинных сбережений, полученные по третьей модели

Регион РФ	Фактические значения	Эталонные значения
Республика Тыва	0,621	0,432
Тюменская область	0,510	0,540
Забайкальский край	0,472	0,487
Республика Мордовия	0,428	0,480
Ульяновская область	0,389	0,372
Республика Татарстан	0,377	0,387
Пензенская область	0,369	0,371
Чувашская Республика	0,360	0,360
Республика Бурятия	0,359	0,409
Республика Марий Эл	0,342	0,395
Кировская область	0,336	0,362
Саратовская область	0,329	0,351
Нижегородская область	0,329	0,343
Красноярский край	0,326	0,359
Самарская область	0,315	0,329
Курганская область	0,309	0,365
Республика Хакасия	0,306	0,412
Свердловская область	0,300	0,347
Алтайский край	0,298	0,370
Пермский край	0,296	0,329
Челябинская область	0,290	0,337
Новосибирская область	0,290	0,328
Омская область	0,261	0,351
Иркутская область	0,253	0,321
Кемеровская область	0,251	0,329
Томская область	0,246	0,357
Удмуртская Республика	0,245	0,335
Оренбургская область	0,221	0,337

Значение индекса истинных сбережений для Республики Чувашия по фактическим данным равно значению индекса по эталонным, а для Республики Тыва и Ульяновской области фактическое значение индекса больше полученного эталонного значения. Данные регионы развиваются на границе эффективности, что не удовлетворяет нашим условиям.

Для того, чтобы определить наиболее эффективную эталонную модель устойчивого развития регионов РФ, сопоставим фактические значения индекса и значения эталонной модели, рассчитанные по трем различным моделям. Полученные данные представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Сравнение индекса истинных сбережений по трем эталонным моделям

Регион РФ	Фактические значения	1 эталонная модель	2 эталонная модель	3 эталонная модель
Республика Тыва	0,621	0,920	0,492	0,432
Тюменская область	0,510	0,542	0,499	0,540
Забайкальский край	0,472	0,481	0,494	0,487
Республика Мордовия	0,428	0,442	0,492	0,480
Ульяновская область	0,389	0,390	0,496	0,372
Республика Татарстан	0,377	0,467	0,503	0,387
Пензенская область	0,369	0,388	0,497	0,371
Чувашская Республика	0,360	0,385	0,496	0,360
Республика Бурятия	0,359	0,425	0,492	0,409
Республика Марий Эл	0,342	0,441	0,492	0,395
Кировская область	0,336	0,351	0,496	0,362
Нижегородская область	0,329	0,388	0,502	0,351
Саратовская область	0,329	0,369	0,501	0,343
Красноярский край	0,326	0,384	0,502	0,359
Самарская область	0,315	0,342	0,502	0,329
Курганская область	0,309	0,374	0,492	0,365
Республика Хакасия	0,306	0,476	0,492	0,412
Свердловская область	0,300	0,406	0,503	0,347
Алтайский край	0,298	0,351	0,501	0,370
Пермский край	0,296	0,325	0,501	0,329
Челябинская область	0,290	0,364	0,502	0,337
Новосибирская область	0,290	0,349	0,502	0,328
Омская область	0,261	0,335	0,500	0,351

Продолжение таблицы 14

Регион РФ	Фактические значения	1 эталонная модель	2 эталонная модель	3 эталонная модель
Иркутская область	0,253	0,333	0,501	0,321
Кемеровская область	0,251	0,343	0,501	0,329
Томская область	0,246	0,351	0,495	0,357
Удмуртская Республика	0,245	0,319	0,498	0,335
Оренбургская область	0,221	0,324	0,500	0,337

В таблице выделены максимальные значения индекса истинных сбережений, рассчитанные по данным различных эталонных моделей. Можно заметить, что практически для всех регионов эталонный индекс истинных сбережений, рассчитанный по второй математической модели, превышает фактический. Поэтому вторая эталонная модель считается наиболее эффективной в данном исследовании. Модель построена по матрице начальных вторых моментов с переменным числом собственных состояний при условии выборки, в которую вошли объекты со значением индекса истинных сбережений большим 0,4.

3.3 Анализ и рекомендации эффективного развития регионов РФ

Вычислим комплексный индикатор развития регионов для оценки соответствия фактических значений эколого-экономического индекса, рассчитанный по второй эталонной модели. Вычисление индикатора основано на затратно-результатном принципе с допустимым уровнем отклонений 5%. Чем ближе значение индикатора к 1, тем наибольшее соответствие фактических данных эталонным. Полученные данные представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Комплексный индикатор развития регионов в рамках эколого-экономического индекса

Регион РФ	Ind	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
Тюменская область	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Забайкальский край	0,755	0,326	0,568	0,000	0,111	0,092	0,000	0,000	0,175

Продолжение таблицы 15

Регион РФ	Ind	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
Пермский край	0,744	0,457	0,504	0,000	0,234	0,076	0,000	0,000	0,000
Иркутская область	0,727	0,434	0,000	0,043	0,636	0,000	0,000	0,000	0,000
Томская область	0,695	0,329	0,000	0,000	0,677	0,028	0,000	0,419	0,000
Красноярский край	0,674	0,298	0,201	0,000	0,850	0,000	0,000	0,000	0,000
Республика Бурятия	0,646	0,603	0,715	0,000	0,000	0,166	0,151	0,205	0,182
Республика Марий Эл	0,646	0,578	0,000	0,001	0,790	0,083	0,000	0,140	0,142
Республика Татарстан	0,643	0,216	0,500	0,013	0,000	0,047	0,000	0,850	0,000
Самарская область	0,631	0,441	0,536	0,000	0,000	0,113	0,000	0,771	0,015
Челябинская область	0,597	0,606	0,823	0,000	0,476	0,111	0,000	0,000	0,116
Удмуртская Республика	0,592	0,591	0,401	0,000	0,123	0,061	0,428	0,788	0,017
Оренбургская область	0,589	0,433	0,000	0,000	0,628	0,195	0,093	0,849	0,000
Свердловская область	0,573	0,536	0,916	0,000	0,542	0,000	0,000	0,195	0,001
Омская область	0,572	0,643	0,942	0,000	0,163	0,176	0,000	0,313	0,101
Новосибирская область	0,549	0,580	0,875	0,052	0,000	0,054	0,715	0,041	0,061
Саратовская область	0,546	0,603	0,841	0,021	0,000	0,280	0,340	0,553	0,275
Кировская область	0,543	0,631	0,948	0,032	0,000	0,207	0,019	0,510	0,269
Ульяновская область	0,535	0,477	0,884	0,000	0,000	0,152	0,442	0,681	0,196
Нижегородская область	0,532	0,547	0,949	0,000	0,000	0,130	0,206	0,691	0,135
Республика Мордовия	0,486	0,450	0,949	0,000	0,000	0,272	0,231	0,900	0,274
Курганская область	0,471	0,692	0,862	0,201	0,000	0,204	0,542	0,745	0,301
Республика Хакасия	0,468	0,735	0,827	0,028	0,281	0,367	0,196	0,784	0,418
Пензенская область	0,461	0,479	0,935	0,000	0,000	0,260	0,706	0,790	0,185
Алтайский край	0,454	0,735	0,933	0,000	0,071	0,241	0,703	0,536	0,368
Чувашская Республика	0,441	0,587	0,946	0,000	0,000	0,253	0,550	0,900	0,290
Кемеровская область	0,403	0,584	0,949	0,000	0,000	0,511	0,668	0,880	0,353
Республика Тыва	0,393	0,864	0,807	0,000	0,000	0,537	0,783	0,000	0,804

Максимальные значения индикатора имеют Тюменская область, Забайкальский край, Пермский край и Иркутская область. Это означает, что деятельность данных исследуемых объектов максимально приближена к эталонной модели. Минимальное значение индикатора у Республики Тыва.

На рисунке 6 представлено расхождение фактических значений регионов с эталонными по эколого-экономическому аспекту в рамках показателя «ущерб от загрязнения окружающей среды».

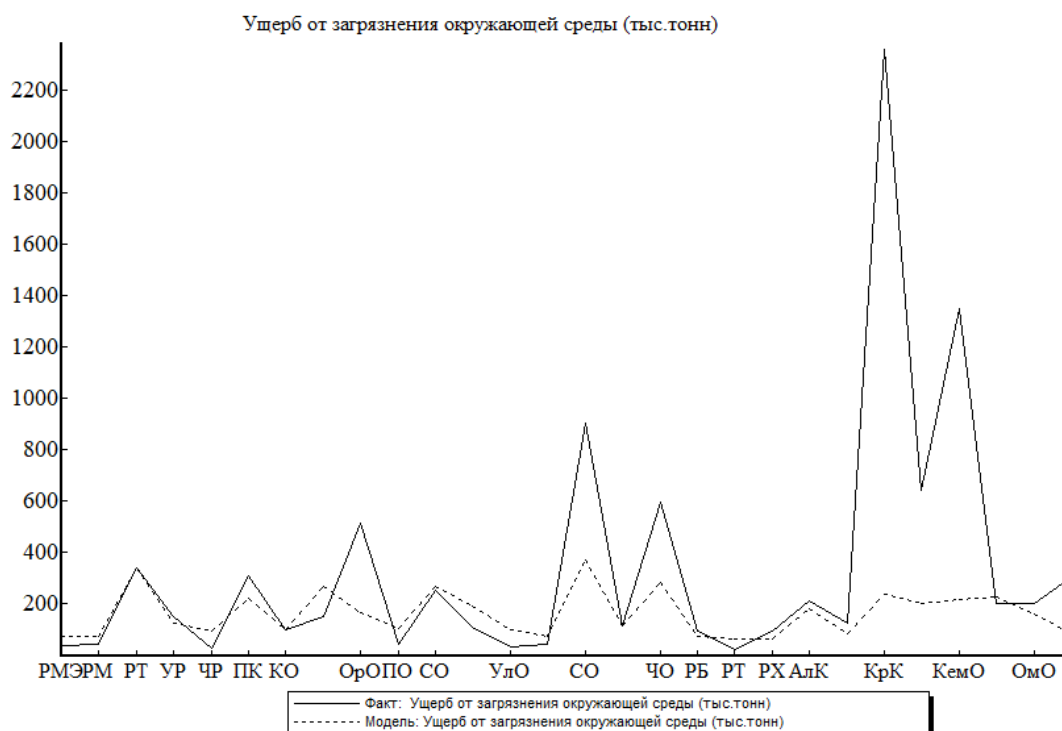


Рисунок 6 – Сравнение эталонной и фактической модели в рамках показателя «ущерб от загрязнения окружающей среды»

По графику видно, что фактические значения таких регионов, как Челябинская область, Свердловская область, Красноярский край, Кемеровская область, значительно превышают эталонные. В данных регионах преобладает промышленность, как обрабатывающая, так и добывающая, поэтому необходимо проводить ряд мероприятий по снижению числа выбросов.

На рисунке 7 представлено расхождение фактических значений регионов с эталонными по эколого-экономическому аспекту в рамках показателя «затраты на охрану окружающей среды».

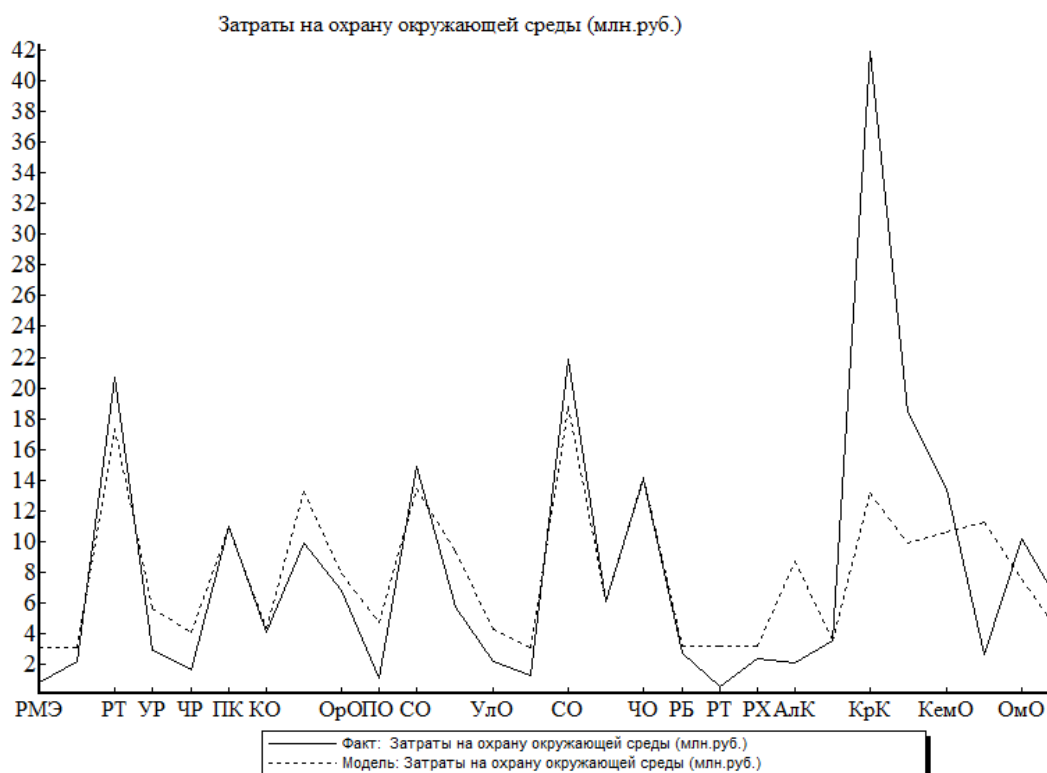


Рисунок 7 – Сравнение эталонной и фактической модели в рамках показателя «затраты на охрану окружающей среды»

Исходя из графика, можно сделать вывод, что у большинства регионов фактические значения ниже эталонных. В Республике Татарстан, Самарской области, Свердловской области, Красноярском крае и Омской области фактические значения превышают эталонные. Потенциал этих регионов для изменения ситуации исчерпан и без корректировки региональной политики ситуация не изменится.

Далее вычислим комплексный индикатор развития регионов для подсистемы здравоохранение, который представлен в таблице 16.

Таблица 16 – Комплексный индикатор развития регионов в рамках подсистемы здравоохранение

Регион РФ	Ind	X9	X14	X15	X26	X27	X29
Тюменская область	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Саратовская область	0,979	0,000	0,000	0,053	0,000	0,000	0,000
Кировская область	0,955	0,000	0,043	0,086	0,000	0,000	0,054
Забайкальский край	0,950	0,000	0,000	0,000	0,000	0,123	0,000
Республика Мордовия	0,948	0,072	0,000	0,000	0,089	0,053	0,000
Томская область	0,947	0,000	0,000	0,053	0,000	0,118	0,000
Омская область	0,929	0,000	0,000	0,175	0,000	0,000	0,000
Пензенская область	0,925	0,000	0,164	0,065	0,000	0,055	0,000
Красноярский край	0,903	0,000	0,000	0,106	0,000	0,000	0,212
Чувашская Республика	0,894	0,000	0,000	0,259	0,000	0,000	0,000
Самарская область	0,892	0,000	0,000	0,239	0,000	0,000	0,113
Ульяновская область	0,892	0,000	0,164	0,209	0,000	0,000	0,000
Республика Бурятия	0,888	0,000	0,000	0,000	0,269	0,060	0,000
Удмуртская Республика	0,881	0,000	0,000	0,291	0,000	0,000	0,000
Нижегородская область	0,867	0,000	0,000	0,192	0,000	0,000	0,265
Пермский край	0,865	0,000	0,000	0,234	0,000	0,000	0,235
Оренбургская область	0,853	0,000	0,000	0,111	0,000	0,000	0,344
Алтайский край	0,852	0,000	0,048	0,361	0,000	0,000	0,000
Кемеровская область	0,850	0,000	0,053	0,164	0,000	0,000	0,325
Новосибирская область	0,848	0,000	0,000	0,066	0,000	0,000	0,368
Челябинская область	0,832	0,000	0,108	0,161	0,000	0,000	0,364
Республика Марий Эл	0,828	0,207	0,253	0,266	0,000	0,000	0,000
Иркутская область	0,825	0,000	0,003	0,275	0,000	0,000	0,327
Республика Хакасия	0,809	0,343	0,159	0,224	0,166	0,000	0,000
Республика Татарстан	0,807	0,000	0,066	0,050	0,000	0,000	0,466

Продолжение таблицы 16

Регион РФ	Ind	X9	X14	X15	X26	X27	X29
Курганская область	0,804	0,023	0,373	0,290	0,000	0,064	0,045
Республика Тыва	0,759	0,589	0,000	0,000	0,000	0,000	0,040
Свердловская область	0,714	0,000	0,018	0,000	0,000	0,000	0,700

Благоприятное развитие в сфере здравоохранения имеют такие регионы, как Тюменская область, Саратовская область, Кировская область, Забайкальский край, Республика Мордовия, Томская область, Омская область, Пензенская область, Красноярский край.

Теперь наглядно рассмотрим расхождение эталонных значений от фактических по некоторым показателям. Так, на рисунках 8 и 9 представлено сравнение моделей по показателям «численность врачей на 10000 человек населения» и «заболеваемость на 1000 человек населения (установлено впервые в жизни)».

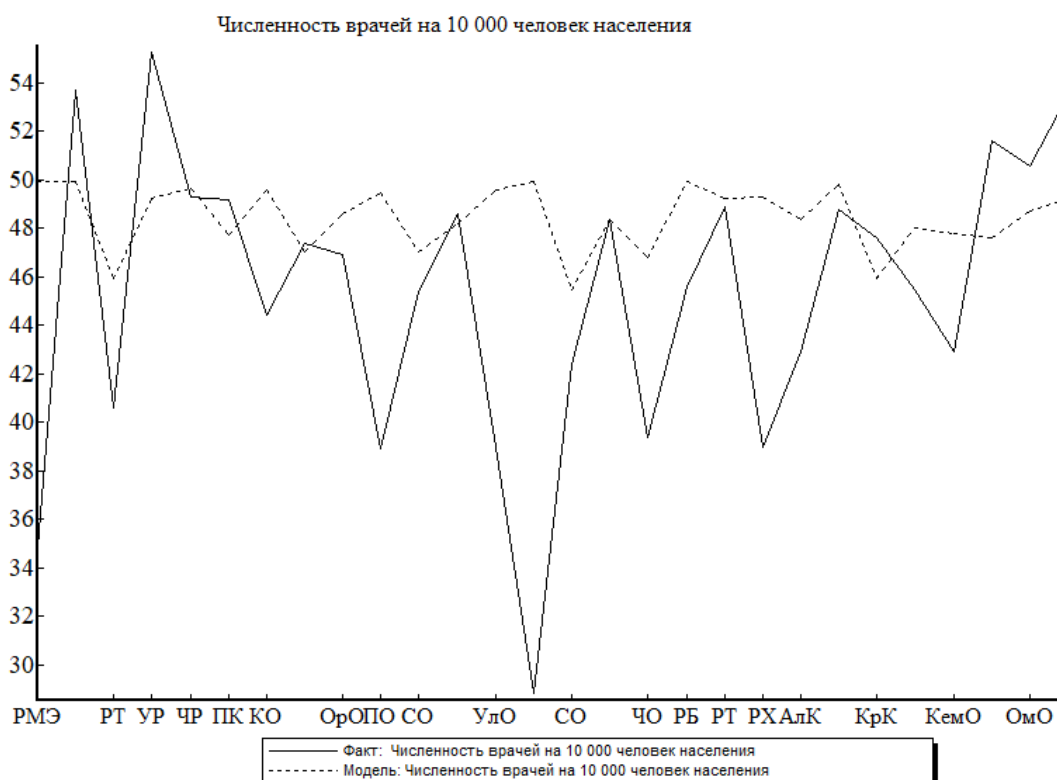


Рисунок 8 – Сравнение эталонной и фактической модели в рамках показателя «численность врачей на 10000 человек населения»

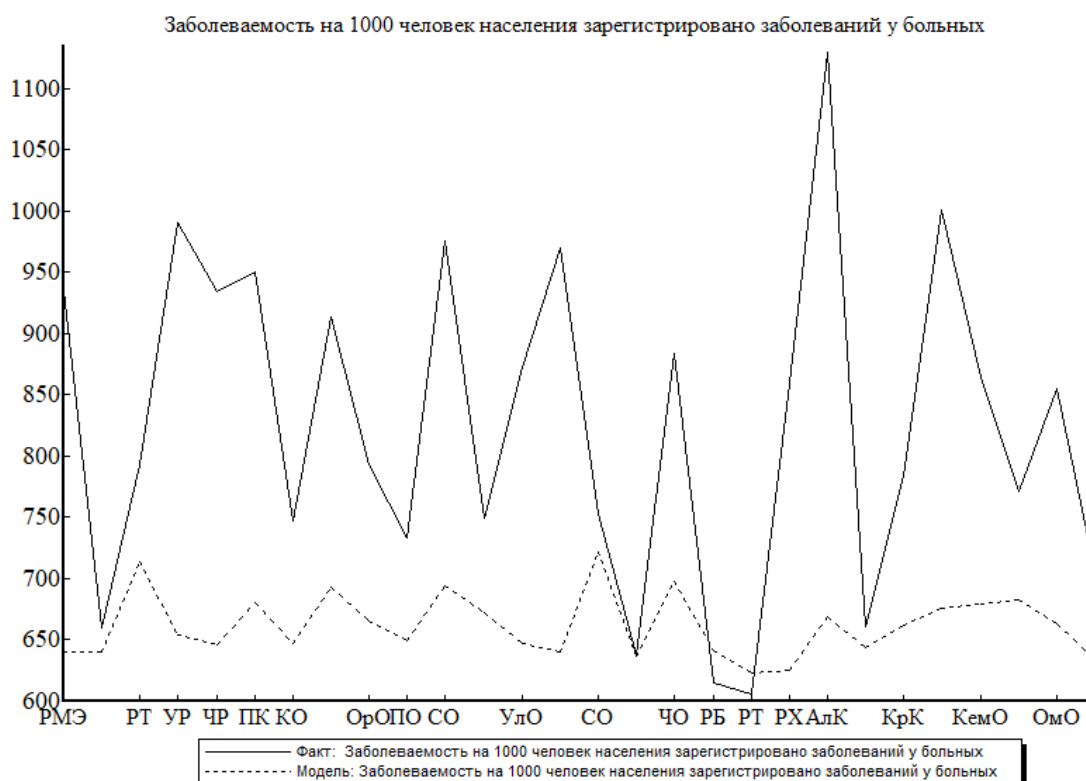


Рисунок 9 – Сравнение эталонной и фактической модели в рамках показателя «заболеваемость на 1000 человек населения (установлено впервые в жизни)»

Ситуация в системе здравоохранения РФ выглядит неоднозначно: при снижении числа медицинских учреждений и врачей, должен сокращаться уровень заболеваемости. Этого можно добиться только с помощью инновационных технологий. В целом, наблюдается стремление правительства улучшить обстановку, но недостаточное финансирование сферы здравоохранения отражается на состоянии уровня здоровья населения и предоставления медицинской помощи.

В таблице 17 представлено вычисление комплексного индикатора развития регионов для подсистемы образование.

Таблица 17 – Комплексный индикатор развития регионов в рамках подсистемы образование

Регион РФ	Ind	X21	X22	X23
Тюменская область	1	0	0	0
Республика Бурятия	1	0	0	0

Продолжение таблицы 17

Регион РФ	Ind	X21	X22	X23
Новосибирская область	1	0	0	0
Омская область	1	0	0	0
Томская область	1	0	0	0
Республика Мордовия	0,9971	0	0	0,0049
Республика Татарстан	0,9842	0	0	0,0274
Чувашская Республика	0,9762	0	0	0,0412
Ульяновская область	0,9601	0,0335	0	0,0603
Саратовская область	0,9596	0	0	0,0699
Удмуртская Республика	0,9479	0,0672	0	0,0602
Самарская область	0,9178	0	0	0,1423
Иркутская область	0,9033	0	0	0,1675
Кировская область	0,8978	0,1009	0	0,1455
Челябинская область	0,8903	0	0	0,1901
Нижегородская область	0,8687	0	0	0,2274
Свердловская область	0,8576	0	0	0,2467
Алтайский край	0,8442	0	0	0,2699
Забайкальский край	0,8378	0,1775	0	0,2178
Пензенская область	0,8358	0	0,2594	0,1168
Курганская область	0,8358	0	0	0,2844
Оренбургская область	0,831	0	0	0,2927
Красноярский край	0,8258	0	0	0,3018
Республика Марий Эл	0,8068	0	0	0,3346
Пермский край	0,7948	0	0	0,3554
Кемеровская область	0,7782	0	0	0,3841
Республика Тыва	0,5241	0	0,1587	0,8088
Республика Хакасия	0,5206	0,0862	0,4304	0,7048

В числе лидеров – Тюменская область, Новосибирская область, Томская область, Омская область и Республика Бурятия. Регионы Сибири отличаются динамичным и высоким уровнем инициативы, тягой к нововведениям и ориентацией на получение достойного уровня образования.

На рисунке 10 представлено сравнение моделей по показателю «численность обучающихся по программам ВПО», где можно заметить, что значения показателя большинства регионов, кроме Республики Тыва, приближены к эталонным. Данные регионы, в целом, развиваются эффективно и не нуждаются в корректировке региональной политики в сфере образования.

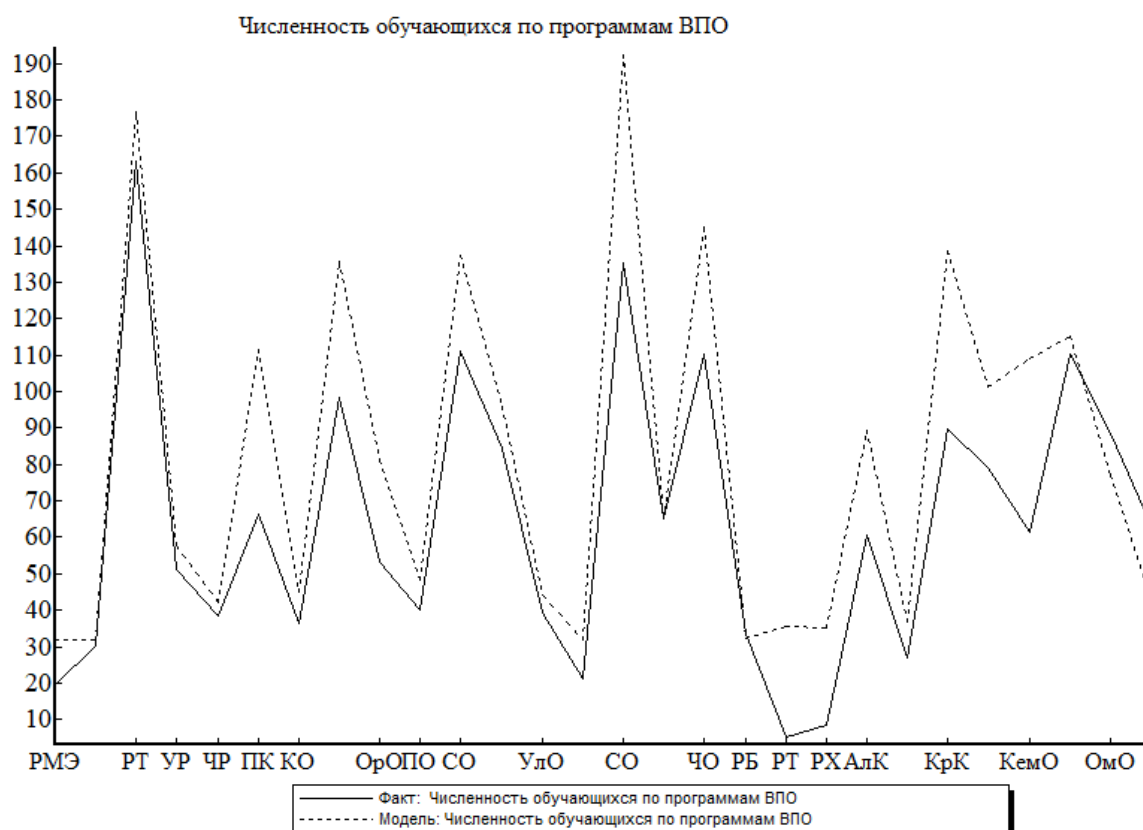


Рисунок 10 – Сравнение эталонной и фактической модели в рамках показателя «численность обучающихся по программам ВПО»

Но даже имея такие неплохие результаты, необходимо уделять особое внимание повышению квалификации преподавателей, использованию новейших технологий в обучении и повышению качества образования во всех регионах РФ.

Исходя из проведенного исследования, лидером по всем аспектам является Тюменская область. Социально-экономическое развитие Тюменской области по большинству экономических показателей показывает позитивную динамику, а темпы роста превышают среднероссийские. Благодаря выбранной стратегии диверсификации региональной экономики, в Тюменской области отмечен рост сразу во всех пяти основных секторах (промышленность, сельское хозяйство, строительство, услуги, розничная торговля).

Забайкальский край имеет пробелы в системе высшего образования. В данном регионе необходимо проводить мероприятия, связанные с популяризацией ВУЗов,

повышать доступность образовательных услуг и формировать кадры в соответствии с современными потребностями региона. Также сокращение медицинских учреждений из-за нехватки специалистов неблагоприятно влияет на эффективность развития Забайкалья. Необходимо увеличивать финансирование регионального здравоохранения и разрабатывать условия для привлечения молодых кадров.

Пермский край – один из лидеров по объему ВРП и промышленного производства. И, конечно, большие значения штрафных функций, имеет именно в данном аспекте. Высокий уровень загрязнения окружающей среды приводит к росту заболеваемости населения. Данному региону для снижения ущерба окружающей среде необходимо обновление технологической базы соответствующих отраслей промышленности. Это может быть достигнуто за счет ресурсосберегающих, мало- и безотходных технологий, так и за счет эффективных способов утилизации отходов деятельности.

Промышленность Иркутской области является ведущим направлением в таких отраслевых комплексах как топливно-энергетическая, химическая, лесная, деревообрабатывающая, целлюлозно-бумажная, горнодобывающая, цветная металлургия. Но также эти производства являются основными загрязнителями окружающей среды, что показывают значения штрафных функций в данном аспекте. Необходимо повышенное внимание от органов государственной власти к вопросам охраны окружающей среды и экологической безопасности. А модернизация и создание новых промышленных предприятий позволит решить структурные проблемы на рынке труда, а также снизить миграционный отток и повысить уровень качества жизни населения.

Эффективное развитие в сфере образования показывает Томская область. Высокий образовательный уровень занятого населения говорит о наличии потенциала данного региона в развитии высокотехнологичных отраслей. Но основные проблемы региона связаны с вопросом охраны природной среды – созданием особо-охраняемых природных территорий и проблемой водных

ресурсов. Получение статуса особо охраняемой природной территории, к которым относятся заповедники, заказники, национальные природные парки, памятники природы, поможет сберечь чистоту водоемов, целостность и сохранность лесных массивов, а также других природных ресурсов.

Красноярский край – лидер по многим показателям. Регион имеет большую площадь, высокий уровень концентрации, а, следовательно, и добычи полезных ископаемых. Больше половины территории занимают леса. Но проблема в том, что функционирование вредных производств, которые загрязняют воздух, сбрасывают отходы в воду. Это усугубляется тем, что эти комбинаты находятся в самых густонаселенных городах региона: Красноярске и Норильске. Еще одна проблема – вырубка лесов, которые являются не только природными очистителями воздуха, но и местами обитания живых организмов. Не уделяется должного внимания и насаждениям в городах. Значение штрафных функций по данным показателям это доказывает. Необходимо принимать меры по разработке производств, которые не сопровождаются вредными выбросами, а также разработать нормативно-правовое регулирование и проводить тщательный контроль экологической ситуации в данном регионе.

Республика Бурятия – глубинный регион Восточной Сибири, имеющий недостаток инвестиций еще с советского союза, проблемы которого обострил сильный экономический спад и медленный выход из кризиса. Главными социальными проблемами региона являются продолжительный миграционный отток, плохое состояние здоровья населения в совокупности с проблемой качества и доступности социальных услуг, особенно в малых городах и селах, высокий уровень бедности как следствие безработицы и низкой заработной платы, что показывают штрафы по показателям численности населения, уровня доходов, безработицы. Для улучшения демографической ситуации необходима стабилизация социально-экономического развития региона, улучшение качества жизни и повышение материального благосостояния населения. Также, необходимо

реализовывать региональные программы, которые смогут улучшить миграционную ситуацию. Для этого нужно стабильное финансирование.

Кемеровскую область можно охарактеризовать как регион с высоким уровнем заболеваемости населения. За последние годы смертность жителей региона превышает показатели по стране. Главная причина такого состояния заключается, конечно же, в экологии, а именно, проблеме загрязнения атмосферного воздуха и бассейна реки Томь. Кемеровская область занимает второе место по уровню загрязнения по Сибирскому Федеральному округу. Обусловлено это тем, что основная часть населения проживает в районах, где концентрация загрязняющих веществ регулярно превышает предельно допустимые нормы. Необходимо провести замену устаревших, экологически опасных технологий и оборудования на экологически целесообразные, внедрять малоотходные технологии, повышать уровень утилизации отходов. Также, немаловажно развивать экологическое образование и ужесточать экономическое воздействие на нарушителей природно-ресурсного законодательства.

Республика Татарстан – один из динамично развивающихся регионов Российской Федерации, который занимает лидирующие позиции по объему валового регионального продукта и промышленного производства. Республика входит в топ регионов России с точки зрения инвестиционной надежности и привлекательности. Но существуют проблемы по показателю особо охраняемых природных территорий. На данный момент в число ООПТ входит более 160 объектов, но для них отсутствует четкая стратегия их использования, которую следует разработать подведомственным учреждениям.

Экологические проблемы существуют и в Самарской области. Загрязнение окружающей среды остается на высоком уровне, что приводит к повышению уровня заболеваемости населения. Этому способствуют предприятия нефтехимической, энергетической, машиностроительной промышленности, которые производят выброс стоков непосредственно в реки, протекающие на данной территории. Необходимо обновлять установки по очистке выхлопных газов

и утилизации отходов, так как существующие уже физически изношены и устарели.

По объемам произведенной продукции, черная металлургия Челябинской области не имеет себе равных в России. И как следствие, наращивание мощностей промышленности привело регион в десятку самых загрязненных регионов России. Значение штрафных функций по показателю ущерб от загрязнения окружающей среды показывает данную ситуацию. Главной проблемой, на сегодняшний день, является утилизация и переработка разных видов отходов. Для улучшения состояния окружающей среды, необходимо как можно быстрее проводить кардинальные изменения в экономике, применять экологически безопасные технологии. процесс развития предприятий с учетом экологических требований. А для повышения заинтересованности предприятий в переработке своих отходов, необходимо изменение законодательной базы, применение льгот для предприятий, осуществляющих вторичную переработку своих отходов или применяющих в своей деятельности материалы и технологии, которые уменьшают негативное воздействие на экологию.

Для социально-экономического развития Оренбургской области природно-ресурсный потенциал имеет важное значение. Основу экономики региона составляют отрасли, связанные с освоением и использованием природных ресурсов, такие как нефтяная и газовая промышленности, чёрная и цветная металлургия, а также агропромышленный комплекс и сегменты строительного комплекса. Поэтому вопросы в сфере природно-заповедного фонда, водных ресурсов и использования промышленных и бытовых отходов остаются актуальными. Данный регион имеет штрафные функции по направлениям, связанным с загрязнением окружающей среды и ее охраной. Необходимо выработать на региональном уровне линию развития природных технологий, разработать план рационального использования ресурсов и оптимизировать систему природоохранных мероприятий.

Свердловская область – один из наиболее крупных по численности населения, высокоурбанизированный регион России. Также, является одним из крупнейших в стране транспортных узлов, располагает мощным промышленным комплексом и занимает 4-е место в стране по объему промышленного производства. Несмотря на это, серьезные проблемы имеются в сфере здравоохранения. Состояние здоровья населения Свердловской области характеризуется негативными изменениями медико-демографических показателей, таких как снижение рождаемости, высокий уровень преждевременной смертности, снижение уровня качества жизни населения в связи с ростом заболеваемости. Для достижения позитивных изменений необходимо совершенствование нормативно-правовой базы, финансирования и управления здравоохранением в регионе.

Омская область – крупный индустриальный регион, находящийся в первой десятке регионов страны по объему выпускаемой промышленной продукции, где расположены крупные химические, прежде всего нефтехимические предприятия, а также в области представлены также предприятия легкой, пищевой и деревообрабатывающей отраслей промышленности. Поэтому проблемы данного региона в основном связаны с наращиванием промышленных мощностей, недостаточностью эффективных очистных сооружений, не меняющимися на протяжении лет на большинстве предприятий старых технологий. Необходимо внедрение новейших систем по снижению объемов сброса загрязняющих веществ до нормативных показателей, а также разработка регламентирующих программ по данному направлению.

Новосибирская область занимает лидирующую позицию по подсистеме образования. Об этом же свидетельствуют данные доклада Института образования Высшей школы экономики. Но региону свойственна загрязненность окружающей среды. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха в Новосибирской области являются автомобильный транспорт, предприятия теплоэнергетики и отопительные котельные и промышленные предприятия.

Республика Тыва не является лидером среди исследуемых регионов. Неосвоенность территорий региона, удаленность транспортных коммуникаций, нехватка энергетических мощностей, низкий уровень качества жизни населения – главные проблемы Республики. Выравнивание уровней экономического развития и инвестиционных потенциалов региональной политики позволит увеличить экономический потенциал региона и обеспечить рост уровня и качества жизни населения. Это уменьшит отток населения и создаст условия для развития высокоэффективных производств.

Практически во всех регионах имеются проблемы, связанные с экологией. Это и загрязнение окружающей среды, истощение природных ресурсов, сокращение видового и количественного состава животного и растительного мира. Их источниками являются предприятия промышленности и сельского хозяйства, деятельность человека при обеспечении своих жилищно-бытовых нужд. Необходим комплексный подход к решению экологических проблем, а именно разрабатывать и усовершенствовать законы о защите окружающей среды, устранять последствия нерационального использования ресурсов, применять новые технологии в промышленности. Также, нужно больше озеленять населенные пункты, снижать количество бытовых отходов, научить население РФ бережно относиться к окружающему миру.

Развитие всех участвующих в исследовании регионов, в целом, является эффективным. Регионы, занимающие лидирующие позиции, не нуждаются в глобальных переменах. Но всем объектам необходимо обратить внимание на пробелы в своей региональной политике и постараться улучшить состояние развития для повышения качества жизни населения. С помощью метода собственных состояний можно проанализировать состояние любого региона, увидеть положительные и отрицательные стороны развития и принять необходимые меры по направлению региональной деятельности в правильном направлении.

Выводы по главе 3

В рамках исследования проведен анализ регионов Российской Федерации методом собственных состояний. Было построено три различные для выбора модели, которые удовлетворяли поставленным условиям оценки уровня развития регионов РФ и создана эталонная модель для всех обозначенных регионов. Вычислен комплексный индикатор развития регионов для оценки соответствия фактических значений по эколого-экономическому аспекту и в сферах здравоохранения и образования, а также проведено сравнение эталонной и фактической модели в рамках некоторых показателей.

На данном этапе развитие регионов является, в целом, эффективным. Метод собственных состояний показывает эффективность практического применения: позволяет провести более основательный и точный анализ, оценить текущее состояние исследуемых объектов, выявить признаки неэффективности и определить потенциал каждого исследуемого объекта в аспектах различных подсистем.

4 КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА

В рамках диссертационного исследования будет разработан проект интернет-сервиса «Оценка эффективного развития регионов», направленный на создание малого аналитического предприятия для анализа функционирования регионов в рамках различных подсистем: с точки зрения экологии, инвестиционной привлекательности, качества, уровня жизни и других. Разрабатываемый проект позволит министерствам и ведомствам Российской Федерации, федеральным, региональным органам государственной власти, органам местного самоуправления осуществлять последующую корректировку политики на основе качественных изменений в региональном развитии, аргументированных современными методами анализа. Кроме того, в качестве клиентов могут выступать коммерческие предприятия. Сервис позволит проводить анализ и давать адекватную оценку развитию различных систем. В рамках коммерциализации проекта главной задачей является привлечение инвестора с целью финансирования.

Так как аналогичных проектов нет, а данная тема весьма актуальна и значима, можно говорить о том, что сервис будет успешен. На данный момент возможно найти только некоторые статьи, в которых предоставляется анализ предприятий или рейтинг оценки предприятий, или научно исследовательские работы по данной тематике. Также, проект еще не имеет рыночной значимости, в связи с этим коммерциализация проекта начинается с самостоятельного использования. Недостатками данного метода являются высокие затраты на первоначальном этапе и долгий срок окупаемости. Но при четком обосновании данного проекта на рынке, возможны очень высокие доходы. Предположительно, стартовая стоимость одного проектного анализа будет начинаться от 25000 рублей в зависимости уровня сложности, охвата и объема данных. Также, будут открыты демо-доступы к готовым исследованиям, часть контента будет платной.

Для достижения поставленной цели изначально необходимы инвестиции. Первым этапом становится поиск инвестора и участие в различных конкурсах и

конференций, поддерживающие различные инновации. Для минимальной реализации проекта требуются затраты на разработку и сопровождение Интернет-сервиса, а также его маркетинговое продвижение. Расходы, связанные с организацией Интернет-проекта включают: стоимость доступа к сети Интернет, аренда дискового пространства на сервере и стоимость регистрации домена. Также, необходимо учитывать затраты на аренду помещения, техническое оснащение рабочих мест, а также заработную плату сотрудников. В таблице 18 представлены затраты в первый год внедрения проекта.

Таблица 18 – Затраты на внедрение проекта

Затраты	Стоимость
1. Заработная плата сотрудникам	400 000
2. Аренда помещения	120 000
3. Техническое оснащение рабочего места	80 000
4. Регистрация домена	200
5. Доступ к сети Интернет	8 000
6. Маркетинговое продвижение	50 000
7. Аренда хостинга	12 000
Итого:	670 200

Суммарные затраты на разработку и внедрение проекта в первый год работы составят 670 200, 00 рублей. Для поиска потенциальных инвесторов составлена дорожная карта коммерциализации проекта. В таблицах 19 и 20 представлен план мероприятий по разработке и продвижению продукта на рынок. Планируется вывести проект на рынок к концу 2020 года, привлечь не менее 30 клиентов. Стоимость оказания услуги одному клиенту составит в среднем 35 000 рублей. Ожидаемая прибыль в первый год работы 1 050 000 рублей.

Таблица 19 – Дорожная карта проекта на 2019 год

	2019			
	I квартал	II квартал	III квартал	IV квартал
Исследование и разработка	Исследование эффективности алгоритмов метода собственных состояний для оценки функционирования регионов РФ	Исследование эффективности алгоритмов метода собственных состояний для оценки функционирования регионов РФ		
Создание продукта	Разработка прототипа проекта	Создание прототипа проекта	Создание проекта	Тестирование системы и отладка на реальных данных
Общее организационное развитие и план по найму	Проведение анализа текущих работ	Подбор команды проекта	Формирование команды проекта	Обучение сотрудников
Защита интеллектуальной собственности и лицензирование				Регистрация права собственности на разработку
Маркетинг, внедрение		Продвижение проекта (участие в конкурсах, грантах и др.)	Продвижение проекта (участие в конкурсах, грантах и др.)	Продвижение проекта (участие в конкурсах, грантах и др.)
Привлечение инвестиций			Демонстрация демо-версии проекта	Демонстрация проекта потенциальным заказчикам

Таблица 20 – Дорожная карта проекта на 2020 год

	2020			
	I квартал	II квартал	III квартал	IV квартал
Исследование и разработка				
Создание продукта	Запуск проекта в работу		Добавление новых функциональных возможностей	Обновление интернет-сервиса
Общее организационное развитие и план по найму		Повышение квалификации сотрудников		
Защита интеллектуальной собственности и лицензирование			Получение лицензии на проект	
Маркетинг, внедрение	Продвижение проекта в сети Интернет, социальных сетях (SMM-продвижение)	Продвижение проекта в сети Интернет, социальных сетях (SMM-продвижение)	Продвижение проекта в сети Интернет, социальных сетях (SMM-продвижение)	Продвижение проекта в сети Интернет, социальных сетях (SMM-продвижение)
Привлечение инвестиций	Заключение договоров об оказании услуг	Привлечение не менее 10 клиентов	Привлечение не менее 20 клиентов	Привлечение не менее 30 клиентов

Выводы по главе 4

В рамках диссертационного исследования будет разработан проект интернет-сервиса «Оценка эффективного развития регионов», который направлен на создание малого аналитического предприятия для анализа функционирования регионов в рамках различных подсистем. Сервис позволит проводить анализ и давать адекватную оценку развитию различных социально-экономических систем.

На основе анализа данных, полученных в ходе исследования, представлены приблизительные затраты и дорожная карта проекта на 2 года с указанием проводимых мероприятий при внедрении проекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данное исследование было направлено на построение математических моделей эффективного развития регионов Российской Федерации методом собственных состояний на основе индекса истинных сбережений.

В ходе работы были рассмотрены теоретические основы устойчивого развития региональных социально-экономических систем, а именно существующие методики анализа устойчивого развития регионов и проанализированы их недостатки. Проведено сравнение метода собственных состояний с методом анализа среды функционирования (DEA-анализ).

Проведен анализ эффективности 28 регионов России по 30 показателям, которые характеризуют деятельность исследуемых объектов в рамках концепции индекса истинных сбережений методом собственных состояний с помощью программного обеспечения «Midas». В результате анализа получено 3 эталонные модели, построенные различными способами. Выбрана наиболее эффективная эталонная модель, в рамках которой значения индекса истинных сбережений, рассчитанные по эталонным данным, превышают значения индекса по фактическим данным для всех исследуемых объектов.

Для сравнения полученных эталонных данных с фактическими рассчитан комплексный индикатор развития регионов затратно-результатным принципом с допустимым уровнем отклонений 5% для оценки соответствия фактических значений по эколого-экономическому аспекту и в сферах здравоохранения и образования, а также проведено сравнение эталонной и фактической модели в рамках некоторых показателей.

Представлен проект интернет-сервиса для коммерциализации проекта, который позволит проводить анализ и давать адекватную оценку развитию различных социально-экономических систем. На основе анализа данных, полученных в ходе исследования, представлены приблизительная прибыль и затраты, а также дорожная карта проекта на 2 года с указанием проводимых мероприятий. Таким образом, цель работы достигнута, задачи – решены.

Результаты проделанной работы предлагается использовать для совершенствования статистической отчетности ведомствам, связанных с экологией и природопользованием.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Наше общее будущее. Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию: пер. с англ. / под ред. С.А.Евгеева и Р.А.Перелета – М.: Прогресс, 1989 – 376 с.
2. Аллен Роберт. Как спасти Землю / Р. Аллен. – Всемирная стратегия охраны природы. М.: Мысль, 1983.
3. Мир и Россия: материалы для размышлений и дискуссий / Под ред. В.С.Автономова. СПб.: Экономическая школа, 1999. – с. 99.
4. Коптюг, В.А. Конференция ООН по окружающей среде и развитию. Информационный обзор. – Новосибирск, 1992. – с. 3.
5. Кувшинов, М.А. Понятие управления устойчивым развитием социально-экономической системы муниципального образования / М.А. Кувшинов // Молодой ученый. – 2011. – №7. Т.1. – с. 86-91.
6. Урсул, А.Д. Устойчивое развитие и проблемы безопасности // Безопасность 1995. № 9.
7. Давыдова, Н., Тимофеева, О. Устойчивое развитие города. Вопросы разработки стратегии// Муниципальная экономика. – 2000. - №4 (4). – с. 18-23.
8. Пчелинцев, О.С. Регулирование воспроизводственного потенциала территории как основа региональной политики / О.С. Пчелинцев, В.Я. Любовный, А.Б. Воякина // Проблемы прогнозирования. – 2000. – №5. – с. 62-68.
9. Моисеев, Н.Н. Коэволюция природы и общества. Пути ноосферогенеза // Экология и жизнь. – 1997 – №2-3.
10. Цвикилевич, А. В. Совершенствование управления развитием муниципального образования / А. В. Цвикилевич. – Москва: Академия естествознания, 2006. – 138 с.
11. Указ Президента РФ от 01.04.1996 N 440 «О Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 01.11.2018).

12. Подпругин М.О. Устойчивое развитие региона: понятие, основные подходы и факторы // Российское предпринимательство. – 2012. – Том 13. – № 24. – С. 214-221.
13. Стороненко, М.Г. Потребительская кооперация в условиях устойчивого развития региона / Стороненко М.Г. // Вестник Чувашского университета, 2006. – №7. – с. 488-495.
14. Овчинникова Н.В. Экологический аспект устойчивого развития России: желаемое и действительное // Известия Самарского научного центра РАН. – 2003. – № 2. – С. 207-217.
15. Хайруллов Д.С., Гараев И.Г. Проблемы устойчивого социально-экономического развития региона в современных условиях // Актуальные проблемы экономики и права. 2015. № 2. С. 126-133.
16. Исаев П. В. Управление социально-экономическим развитием муниципального образования на основе программно-целевого подхода : автореф. ... дис. канд. экон. наук : 08.00.05 / П. В. Исаев. – Иваново, 2010. – 23 с.
17. Хрипко, С. В. Формирование конкурентоспособной экономики региона как условие перехода к устойчивому развитию : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / С. В. Хрипко. – Казань, 2012. – 26 с.
18. Неудахина, Ю. Г. Организационно-экономические аспекты управления устойчивым развитием региона: на материалах Кабардино-Балкарской Республики : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / Ю. Г. Неудахина. – Шахты, 2011. – 24 с.
19. Чуркина, И. Ю. Организационно-экономическое обеспечение устойчивого развития региона (на примере Самарской области) : автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / И. Ю. Чуркина. – Тольятти, 2012. – 24 с.
20. Хисамутдинов И.А. Социо-эколога-экономическая оценка региона в контексте перехода к устойчивому развитию // Региональная экономика: теория и практика. – 2013. – № 4 (283). – С. 9-15.
21. The Little Green Data Book 2009. Washington DC: World Bank, 2009. – 232 с.

22. Matthews J. An Index of Sustainable Economic Welfare for Wales: 1990–2000 / J. Matthews, M. Munday, A. Roberts. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.jonmatthews.co.uk/isew.pdf>.
23. Доклад о развитии человеческого потенциала в Российской Федерации за 2011 г. / Под редакцией А. А. Аузана и С. Н. Бобылева. М.: ПРООН в РФ, 2011. – 146 с.
24. Ускова, Т.В. Управление устойчивым развитием региона [Текст]: монография / Т.В. Ускова. – Вологда: ИСЭРТ РАН, 2009. – 355 с.
25. Антонова, М. А. Оценка устойчивого развития регионов Северо-Западного федерального округа [Текст] / М. А. Антонова // Проблемы развития территории. – 2013. – № 66. – С. 23-29.
26. Селименков, Р. Ю. Проблемы экологически устойчивого развития территории [Текст] / Р. Ю. Селименков, А. П. Кузнецов // Проблемы развития территории. – 2014. – № 3 (71). – С. 105-115.
27. Смоляков, Ю. И. Система индикаторов устойчивого развития социальной инфраструктуры региона / Ю. И. Смоляков, И. А. Медведева // Транспортное дело России. – 2008. – № 6. – С. 33-37.
28. Коптева, К. В. Оценка устойчивости социально-экономического развития Курской области / К. В. Коптева // Региональная экономика: теория и практика. – 2008. – № 4. – С. 19-21.
29. Ушвицкий, Л.И. Социально-экономическая устойчивость региона: состояние и проблемы развития / Л. И. Ушвицкий, Н. К. Васильева, М. Л. Ушвицкий // Региональная экономика: теория и практика. – 2005. – № 8. – С. 29-33.
30. Тарасова, Н. П. Индексы и индикаторы устойчивого развития / Н. П. Тарасова, Е. Б. Кручинина. // Устойчивое развитие: природа – общество – человек: материалы междунар. конф. – М., 2006. – Т. 1. – С. 127-144.
31. Кушнарера, О. С. Методы оценки устойчивости развития региона (на примере Приморского края) / О. С. Кушнарера, Ю. Г. Мигунов // Проблемы современной экономики. – 2007. – № 3. – С. 267-271.

32. Киселева, Н. Н. Методический инструментарий диагностики устойчивости развития социально-экономической системы региона / Н. Н. Киселева // Известия Рос. гос. пед. ун-та им. А. Г. Герцена. Общественные и гуманитарные науки. – 2007. – № 9 (47). – С. 29-33.
33. Игнатъева, Е. Д. Методологические основы анализа устойчивости развития региональных социально-экономических систем / Е. Д. Игнатъева, О. С. Мариев // Вестник УГТУ–УПИ. – 2008. – № 5. – С. 15-21.
34. Кормановская, И. Р. Оценка эффективности управления устойчивым развитием региона / И. Р. Кормановская, Н. Н. Ренкас // Вестник Новгород. гос. ун-та. – 2006. – № 37. – С. 25-30.
35. Мазунина, М. В. Теоретические и методологические основы оценки устойчивого развития / М. В. Мазунина, Е. А. Скрыбина // Предпринимательство. – 2009. – № 5. – С. 23-26.
36. Хамидуллин, Ф. Ф. Оценка устойчивости региональной социальноэкономической системы на основе вейвлет-анализа / Ф. Ф. Хамидуллин, М. Э. Мифтахова // Науч. Татарстан. – 2010. – № 1. – С. 194-199.
37. Пьянкова В.С. Разработка математических моделей эффективности регионов методом собственных состояний на основе ИРЧП [Электронный ресурс]. – Режим доступа:http://dspace.susu.ru/xmlui/bitstream/handle/0001.74/15064/2017_234_pjankovavs.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
38. Савиновских В.А. Построение моделей устойчивого развития регионов РФ в рамках концепции «Давление-Состояние-Реакция» [Электронный ресурс]. – Режим доступа:http://dspace.susu.ru/xmlui/bitstream/handle/0001.74/15080/2017_351_savinovskihva.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
39. Всемирный банк. Гуманитарная энциклопедия // Центр гуманитарных технологий, 2006–2016 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gtmarket.ru/organizations/world-bank/info>.
40. Бобылев, С. Н. Индикаторы устойчивого развития: региональное измерение / С. Н. Бобылев. – М. : Акрополь : ЦПЭР, 2007. – 60 с.

41. Tokimatsu K., Yasuoka R., Hishio M., Ueta K. Sustainability and the measurement of future paths in genuine savings: case studies // International Journal of Sustainable Development & World Ecology. 2013. Vol. 20. №6. P. 520-531.
42. Галеева А. Р., Газизова О. В. Истинные сбережения как индикатор оценки устойчивого развития региона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/istinnye-sberezheniya-kak-indikator-otsenki-ustoychivogo-razvitiya-regiona>.
43. Индикаторы устойчивого развития Томской области / под ред. О. В. Козловской. – Томск : СТТ, 2003. – 24 с.
44. Мекуш, Г. Е. Индикаторы устойчивого развития Кемеровской области / Г. Е. Мекуш, Е. В. Перфильева. – Новокузнецк : ИнЭКА, 2004. – 24 с.
45. Хаматханов Т.М Оценка эколого-экономической устойчивости Республики Ингушетия на основе применения показателя истинных сбережений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-ekologo-ekonomicheskoy-ustoychivosti-respubliki-ingushe-tiya-na-osnove-primeneniya-pokazatelya-istinnyh-sberezheniy>.
46. Сырцова Е. А., Пыжева Ю. И. Усовершенствование методики оценки устойчивости региональных эколого-экономических систем // Economics № 8(17), 2016. С. 27-35.
47. Бобылев С.Н., Минаков В.С., Соловьева С.В., Третьяков В.В. Эколого-экономический индекс регионов РФ. Методика и показатели для расчета / Под ред. А.Я. Резниченко, Е.А. Шварц, А.И. Постнова. - Москва: WWF России, РИА Новости, 2012. - 147 с.
48. Cooper, W. W. Data Envelopment Analysis [Text]: A Comprehensive Text with Models, Applications, References, and DEA-Solver Software / W. W. Cooper, L. M. Seiford, K. Tone.– Boston : Kluwer Academic Publishers, 2000. – 318 p.
49. Lebel L.G., Stuart W.B. Technical efficiency evaluation of logging contractors using a nonparametric model // Journal of Forest Engineering. — 1998. — Vol. 2. — № 9. — P. 15-24.

50. Ащеулова Е. В., Зандер Е. В. Оценка эффективности функционирования лесопромышленных комплексов регионов Сибири [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-effektivnosti-funktsionirovaniya-lesopromyshlennyh-kompleksov-regionov-sibiri>.
51. Моргунова, О. Н. Формирование рейтингов вузов на основе методов оценки эффективности сложных систем [Текст] / О. Н. Моргунова // VIII Всеросс. науч.-техн. конф. «Теоретические и прикладные вопросы современных информационных технологий», 26–29 марта 2007 г. (г. Улан-Удэ) : материалы : в 2 ч. / Вост.-Сиб. гос. технологич. ун-т. – Улан-Удэ : Изд-во ВСГТУ, 2007. – Ч. 1. – С. 93-98.
52. Живанов А. А. Применение метода анализа среды функционирования для оценки эффективности социально-экономических систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/18767/s26_011.pdf?sequence=1.
53. Оценка эффективности управления инфраструктурой социальной безопасности туристической дестинации методом dea-анализа [Электронный ресурс] / А.Н. Порунов // Региональная экономика: теория и практика. — 2016. — №9. — С. 179-189. — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/453077>.
54. Рубанович К.Б. Метод dea (анализ оболочки данных) как совокупный подход к оценке результатов национальных сборных по футболу [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35116368>.
55. Строгонов М.С. Методика факторной оценки регионального инновационного потенциала с применением DEA-технологий [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-faktornoy-otsenki-regionalnogo-innovatsionnogo-potentsiala-s-primeneniem-dea-tehnologiy>.
56. Мокеев В.В. Анализ данных: метод главных компонент: учебник /В.В. Мокеев. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 157 с.
57. Мокеев В.В., Нелюбина М.С. О построении рейтинга устойчивого развития предприятий методом собственных состояний // Вестник ЮуrГу. Серия: Вычислительная математика и информатика. - 2016. - № 1 - С. 69-84.

58. Ерохин Ю. А., Мокеев В. В. Разработка математической модели для прогнозирования экономической устойчивости предприятия на примере ОАО «ММК» // Проблемы современной науки и образования № 14 (56), 2016. - С. 44-46.
59. Мокеев В. В. Об оценке деятельности предприятий методом собственных состояний // Научно-техническая информация: серия 2. Информационные процессы и системы 2014. № 9. С. 1-11.
60. Осипова, М.Ю. Теория и методология исследования устойчивого развития социально-экономических систем. // Вестник ПНИПУ. Социально-экономические науки. 2014. № 4 (25). с. 81-88.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Исходные данные по регионам. Часть 1

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
Республика Марий Эл	39934,5	6,7	84,5	36	16639,3	0,879	105,8	165531	684684	331,002
Республика Мордовия	54572,2	8,8	105,8	41	25699,2	2,24	76,4	187397,3	808541	424,717
Республика Татарстан	584180,6	46769,5	104,3	338	153904,9	20,648	170	1833215	3885253	1980,758
Удмуртская Республика	83034,3	15591,3	101,7	147	54659	2,947	250,9	497685	1516826	764,165
Чувашская Республика	57290,7	75,8	73,7	25	32953,5	1,651	76,3	250408,9	1235863	611,837
Пермский край	240029,8	27888,5	102,6	309	96967,2	10,98	1539,5	1048019	2632097	1236,692
Кировская область	54727,2	34,9	114,3	99	37592	4,127	803,4	276506,4	1291684	643,463
Нижегородская область	242524,9	44,9	82,6	150	109046,7	9,889	427,2	1069280	3247713	1695,998
Оренбургская область	177114,5	67924,5	96,3	512	62574,3	6,796	159,6	774859	1989589	962,231
Пензенская область	87968,7	328,3	92,2	44	36478,2	1,154	246,3	336489,8	1341526	675,931
Самарская область	310429,5	32655,8	101,5	253	112507,2	14,921	295,8	1240320	3203679	1686,671
Саратовская область	143584,6	5718,4	109,8	110	64683	5,726	634,3	617497,6	2479260	1178,483
Ульяновская область	79213,6	1302	110,1	33	39211,1	2,197	412,1	301424,7	1252887	623,121
Курганская область	28158,2	1062	140,7	42	28268,9	1,273	311,3	179711,8	854109	376,576
Свердловская область	360417,4	3865,3	100	906	176260,5	21,823	1298,7	1779446	4329341	2092,356
Тюменская область	286199,3	38562,5	102	114	69592,5	6,128	1500,8	624683,2	1477903	676,7
Челябинская область	222335,1	10630,6	100,7	597	118713,7	14,114	9678,5	1170314	3502323	1719,71
Республика Бурятия	39494,2	4346,6	100,7	94	35071,7	2,761	3224,9	204156,2	984134	408,531
Республика Тыва	12504,4	2950	105,5	19	17978,4	0,548	1955,3	47287,3	318550	107,174
Республика Хакасия	30367	2312,8	112,6	92	24419,1	2,423	246,3	171663,9	537668	243,78
Алтайский край	82159,3	837,3	88,4	213	64690,9	2,1643	812,2	492138,9	2365680	1059,644
Забайкальский край	83439,1	6610,2	108,3	122	38297,6	3,549	2533	248847,6	1078983	477,542
Красноярский край	420166,6	66066,1	101,7	2363	161283,1	41,918	14577,5	1618166	2875301	1391,848
Иркутская область	225758,9	73479,6	112,1	642	102467,5	18,466	2666,4	1013542	2408901	1137,348
Кемеровская область	176202	58339,8	106,7	1349	93920,1	13,404	1306,8	842618,9	2708844	1263,96
Новосибирская область	185985,4	4855,9	112,5	201	102034,8	2,639	1473,9	980850,5	2779555	1345,553
Омская область	99488,3	321,1	87,9	200	61348,9	10,142	1003,2	617184,4	1972682	971,927
Томская область	108445,4	37382,5	98,2	301	45231,7	6,054	799,3	473693,1	1078891	509,479

Таблица А.2 – Исходные данные по регионам. Часть 2

	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20
Республика Марий Эл	18672	11403,8	31118,1	34,8	935,7	4,75	21,3	78,7	688	78497,6
Республика Мордовия	17698	9936,9	28381,1	53,7	658,9	2,46	38,9	61,1	409	82084,4
Республика Татарстан	32614	14933,5	38623,6	40,6	792,3	0,99	50,6	49,4	619	801642,4
Удмуртская Республика	23883	12728,7	32191,6	55,3	991	2,5	34,9	65,1	435	211091,2
Чувашская Республика	17877	9977	28962,1	49,3	934,2	1,26	45,5	54,5	490	137166,4
Пермский край	28405	13090,2	40244,4	49,2	950,2	3,68	31,1	68,9	419	482929,6
Кировская область	21303	13272,7	28671,1	44,4	746,4	7,35	33	67	424	177188,8
Нижегородская область	30614	17377,7	37261,5	47,4	913	1,7	45,3	54,7	404	652766,1
Оренбургская область	22035	12136,9	31470,7	46,9	792,9	3	52,4	47,6	450	274944,3
Пензенская область	21040	12567	31318,7	38,9	732,8	2,78	48,8	51,2	664	188372,4
Самарская область	26800	15112,8	34700,6	45,4	975,7	2,36	63,1	36,9	559	599368,2
Саратовская область	19411	10639,6	31196,5	48,6	749,4	2,62	67	33	490	319374,2
Ульяновская область	22485	11998	30415,1	39	872,4	1,34	63,3	36,7	781	168965,4
Курганская область	20454	11388,9	29324,8	28,8	970,4	5,45	60,5	39,5	320	104329,3
Свердловская область	35166	15383,4	41029,9	42,4	752,1	1,99	36,3	63,7	495	1054177
Тюменская область	41312	11081,1	49016,4	48,4	637	2,27	42,3	57,7	954	333808,4
Челябинская область	23473	14517,5	37503,7	39,4	884,1	1,37	37,7	62,3	405	493676,5
Республика Бурятия	25172	10200,8	39183,9	45,6	614	4,19	28,7	71,3	273	167899,9
Республика Тыва	14111	7858,5	39214	48,9	604,8	17,68	16	84	315	21490,9
Республика Хакасия	21034	11281,6	40449	39	859,6	4,12	23,2	76,8	439	74645
Алтайский край	21497	11061,7	27208,2	42,9	1130,3	2,21	54,9	45,1	267	326858,6
Забайкальский край	22885	12368,3	45031	48,8	660,5	4,84	26,8	73,2	251	153746,8
Красноярский край	28035	16952,8	47646,8	47,6	783,1	3,31	37,6	62,4	367	502075,8
Иркутская область	22268	13585,2	42940,4	45,5	1000,6	7,48	38,2	61,8	405	305112,1
Кемеровская область	21263	11925,7	37788	42,9	863,8	3,43	45,4	54,6	370	339146,6
Новосибирская область	25407	12239,4	38052,7	51,6	771,4	1,58	42,8	57,2	621	449992,5
Омская область	25241	12053,5	36202,1	50,6	855,1	1,19	51,2	48,8	233	291862,4
Томская область	24326	13616,1	44323,3	53,5	706,6	3,67	31	69	443	141343,8

Таблица А.3 – Исходные данные по регионам. Часть 3

	X21	X22	X23	X24	X25	X26	X27	X28	X29	X30
Республика Марий Эл	28,4	24	19,6	222,9	298,7	90,3	311,4	1,1	34	97,7
Республика Мордовия	33,6	29	30,1	260,1	315	81,5	244,4	0,8	19	96,7
Республика Татарстан	33,7	105	163,2	266	287	65,8	238,3	0,8	24	95,9
Удмуртская Республика	25,1	45	51,3	289,7	291,9	92,8	278,4	1,2	27	100,8
Чувашская Республика	29,6	23	38,3	208,2	292,3	83,7	324,1	0,7	30	96,8
Пермский край	26,2	70	66,4	283,9	299,7	86,3	219,5	1,9	30	98,9
Кировская область	24,7	48	36,2	257,9	336,3	90,1	280,2	1,4	38	94,8
Нижегородская область	32,1	72	98,2	305,3	319,4	89,1	290,3	0,6	26	95,4
Оренбургская область	26,5	44	53,3	325,9	307,5	86,5	271,5	1,6	43	96,9
Пензенская область	30	16	40,2	300,6	326,4	81,2	234,2	0,8	22	97,1
Самарская область	36,9	68	111	296	302,7	78,4	247	1,3	21	92,1
Саратовская область	31,9	30	84,5	317,8	298,3	98,3	276,1	1,1	22	97,7
Ульяновская область	26,7	33	39,3	263,2	325,7	84,7	263,2	0,6	22	90
Курганская область	30,4	21	21,2	308,1	340,8	90,8	241,6	1,9	37	86,1
Свердловская область	28,7	119	135,4	353,7	306,1	75,9	286,4	1,5	37	93,6
Тюменская область	30,8	21	65,3	294,2	258,6	69,3	287,9	0,7	34	96,5
Челябинская область	30,7	60	110,3	300,3	298,1	76,2	298,5	1,9	28	93,1
Республика Бурятия	31,6	26	33,6	243,3	265,5	88,7	263,3	1,4	37	100,2
Республика Тыва	31,9	15	5	135,1	258,3	126,5	328,8	4,3	47	95,8
Республика Хакасия	27,6	10	8,6	318	284,3	74,8	326,8	2,1	27	100,5
Алтайский край	28,6	42	60,7	276,2	315,4	97,6	300,5	1,9	24	98,9
Забайкальский край	22,8	23	27	253,6	264,7	101,4	229,3	2,3	34	95,5
Красноярский край	28,7	48	89,7	306,9	291,5	85,7	318,3	1,3	36	97,2
Иркутская область	28,8	68	79,2	271,3	311,4	106	281,6	1,4	37	97,2
Кемеровская область	28	66	61,6	257,5	317,5	89,9	287,1	2,6	35	94,2
Новосибирская область	33,6	55	110,3	315	289,7	98,4	231,5	1,3	36	92,2
Омская область	26,8	35	88,7	273,7	294,1	81,7	246,7	1,2	19	94,4
Томская область	32,8	26	63,6	269,7	272,6	105,3	239,3	1,8	28	101