

организации за счет собственных оборотных средств имеет лучшую характеристику результатов хозяйственной деятельности. Но привлекая кредиты организация тем самым увеличивает рентабельность собственных средств. При этом нужно учитывать расходы на обслуживание кредита, в случае если эти расходы превышают тот эффект, который мы получаем от использования заемных средств в плане увеличения рентабельности собственных средств, то не целесообразно брать кредит, в противном случае предприятию стоит прибегнуть к кредиту, так как это выгодно для него. У каждого предприятия индивидуальная политика формирования своих финансов.

Литература

1. Балабанов И. Т. Финансовый менеджмент: Учебное пособие / И. Т. Балабанов 4-е изд., доп. и перераб., СПб. «Питер», 2015. - 218с.
2. Бальжинов А.В. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности

предприятия: Учебное пособие / А.В. Бальжинов, Е.В. Михеева. - Улан-Удэ: Издательство ВСГУТ, 2014. - 119 с.

3. Бланк И.В. Финансовый менеджмент: Учебное пособие / В.И. Бланк 4-е изд., доп. и перераб., СПб. «Питер», 2015. - 218с.

4. Быкова Н.Н. Финансовое состояние предприятия и определение его сущности в экономической литературе // Гуманитарные научные исследования. - 2017. - № 1. - С. 26-31.

5. Донцова Л.В. Никифорова Н.А. Комплексный анализ бухгалтерской отчетности: учебное пособие/ Донцова Л.В., Никифорова Н.А.- 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во «Дело и сервис», 2015.

6. Каширина Е.А. Анализ финансового состояния и результатов деятельности предприятия: теоретические аспекты // Системное управление - 2017. - № 1. - С. 35-42.

7. Любушин Н.П. Экономический анализ: Учебник/ Н.П. Любушин. - М.: Юнити-Дана, 2015. - 575 с.

УДК 338

Астахин А.С.

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ РЕГИОНАЛЬНЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ФУНКЦИЕЙ БЫСТРОГО РЕАГИРОВАНИЯ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Astakhin A.S.

MODELLING THE SUSTAINABILITY OF REGIONAL SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS WITH RAPID RESPONSE: THEORETICAL AND METHODOLOGICAL ASPECTS

Аннотация. В статье представлен подход к моделированию уровня устойчивости открытых региональных динамических систем. Определены интегрированные показатели жизнедеятельности региональной экономики при устойчивом функционировании экономической системы и проведена оценка значений показателей устойчивости и жизнедеятельности на основе шкалы критериальных границ. Предложен алгоритм стабилизации динамической устойчивости и стабилизации функционирования региональной экономики при влиянии внешних и внутренних управляющих воздействий и возмущений.

Abstract. Approach to modeling of level of stability of open regional dynamic systems is presented in article. The integrated vital signs of regional economy at steady functioning of an economic system are defined and the assessment of values of indicators of stability and activity on the basis of a scale of criteria borders is carried out. The algorithm of stabilization of dynamic stability and stabilization of functioning of regional economy at influence of external and internal managing directors of influences and indignations is offered.

Ключевые Слова: региональная экономика, точки роста, жизнедеятельность, системный подход, критерий-фактор, экономическая жизнедеятельность, качество жизни населения, уровень устойчивости, динамическая система

Keywords: regional economy, growth points, activity, system approach, criterion factor, economic activity, quality of life of the population, stability level, dynamic system

Современное состояние экономики России – это переходное состояние становления обновленных капиталистических отношений и трансформации постсоветской системы управления, характеризующееся актуализацией проблем перспективного развития и диверсификационного структурирования регионов, экономика которых в значительной мере автономно должна обеспечить решение задач комплексного

регионального развития. Это обусловлено тем, что традиционные факторы экономического роста, обеспечившие значимый подъем народного хозяйства страны при социалистическом строе централизованного отраслевого управления, в настоящее время мало функциональны и эффективны, и сегодня остро стоит проблема поиска новых стратегических путей развития для российских регионов.

Следовательно, первоочередной является задача пересмотра устоявшихся ранее приоритетов в экономике регионов, профилирующих видов деятельности, которые оказались неспособными продолжать выполнять роль тягачей региональных экономик на основании ретроспективного анализа экономической, а точнее социально-экономических сфер регионов, в следствии чего возникает проблема определения полюсов экономического развития, которая тесно сопряжена с обоснованием стратегического выбора региона.

Теоретическая и методологическая база исследований экономической динамики в контексте социально-экономического развития исследовались нами в соответствии с трудами Л. Абалкина, А. Богданова, А. Гранберга, Г. Клейнера, В. Чекмарева, В. Солопова и др. Вопросы чувствительности системы рассматривались в контексте трудов Ф. Хайека, Дж. Кларка, Ф. Найта, Вукобратовича М., Томовича Р. и других. Самостоятельное значение в этом направлении имеют работы российских ученых - Городецкого В. И., Моревой О. Д., Решетова А. А., Юсупова Р. М. и др.

Как свидетельствует анализ научных работ состав приоритетных видов деятельности ориентирован, как правило, на уже существующую систему приоритетных отраслей и видов деятельности, которые реализуются на территории региона ретроспективно, исходя из сформированной ранее системы межтерриториального разделения труда. Как показывает практика, что такого рода структура экономики весьма инерционна и в большей мере не способна отвечать современному уровню развития, поскольку сложилась в рамках приоритета отраслевого управления плановой административно-хозяйственной системы. Управление на региональном уровне сводилось к разработке комплексного плана социально-экономического развития, призванного согласовывать отраслевые и территориальные интересы, однако, в реальности он представлял собой набор отраслевых наработок, и часто не учитывал большинство потребностей проживающего на территории регионов населения.

Данный подход в экономическом развитии страны в 90-е и начале 2000-х годов с точки зрения управления регионами не позволил обеспечить соблюдение экономических интересов регионального, федерального, отраслевого развития России в постсоветский период. Экономика практически всех Субъектов оказалась неспособной продолжить свою эффективную деятельность в условиях переходного периода, и как закономерное следствие произошла ликвидация субъектов большинства секторов экономики страны в достаточно короткие сроки с сохранением экономической очаговости функционирования на территории регионов, что на сегодняшний день связывается со стратегическим выбором региона.

И как следствие речь идет о том, насколько эффективно функционирует сложившаяся система, сложившийся перечень приоритетных функций, реализуемых регионом, сможет обеспечить достижение намеченных целей его социально-экономического развития на заданную стратегическую перспективу. Решение подобного рода задач возможно с использованием метода формирования и активизации полюсов экономического развития в регионе.

Как правило, стратегический выбор включает отрасли или виды деятельности, которые традиционно являлись профилирующими для конкретного Субъекта Федерации, его реализация может не быть связана с потребностью в диверсификации его экономики, которая может быть осуществлена на основе поиска и определения точек роста и полюсов экономического развития, в т.ч. сохранившиеся как островки с советских времен.

Наблюдаемая очаговость экономического функционирования территорий, ограниченность материально-финансовых средств и необходимость стратегического развития регионов послужили к формированию концепции «точек роста».

Концепция «точек роста» основана на стратегии поляризованного регионального развития, и, в общем случае, ее цель - формирование центров промышленности, способных оказать стимулирующее влияние на развитие смежных с ними территорий.

Исследованиями концепции точек роста и динамики структурных изменений в региональных экономиках ученые занимаются в течение долгого периода времени и отмечают в своих работах Болоцкий Е.В., Бутакова М.М., Вертакова Ю.В., Дедов Л.А., Дейтрих А., Кемени Т., Кларк К., Кузнец С., Кузьбожев Э.Н., Лузин Г.П., МакМилан М., Мидлер Е.А., Новикова Н.В., Павлов К.В., Плахова Л.В., Полянин А.В., Растворцева С.Н., Рисин И.Е., Родрик Д., Плотников В.А., Сепулведа С., Селин В.С., Сибирская Е.В., Сироткина Н.В., Стопер М., Трещевский Ю.И., Тронина И.А., Федотова Г.В., Хавлик П., Харченко Е.В., Черников Д.А.

Целесообразно в начале исследования провести анализ понятия «точка экономического роста». Нами выявлено несколько подходов к определению данной экономической категории. Так Лашева Т.О. в работе «Формирование и активизация полюсов экономического развития в регионе» [1] под «точкой экономического роста» предлагает понимать объект экономики, отрасль или вид деятельности, способные в результате активизации обеспечивать диверсификацию и оптимальное структурирование экономики региона, стимулировать выявление и развитие новых экономических субъектов, способствовать повышению качества жизни населения.

Среди главных результатов активизации «точек экономического роста», включенных в состав стратегического выбора региона, являются:

- оптимальная трансформация структуры региональной экономики;
- активизация инвестиционного финансирования экономических процессов за счет повышения инвестиционной привлекательности региона;
- обеспечение доходной части регионального консолидированного бюджета, достаточной для финансирования нормативного развития социальной сферы региона;
- создание условий для повышения социально-экономической активности населения;
- содействие адекватных условий для укрепления и развития межрегиональных и внешнеэкономических связей региона.

Ученые Г.В. Гутман, А.А. Мироедов, С.В. Федин и др. в работе «Управление региональной экономикой» определяют эту категорию «точки экономического роста», как успешно функционирующие предприятия, способные к самостоятельному развитию, самодостаточные в финансовом отношении [2].

Второй подход предусматривает рассмотрение в качестве точек экономического роста предприятия, имеющие экономический потенциал развития, однако способные реализовать его только при условии наличия внешней финансовой поддержки. Авторы [3;4] включают в понятие «точки экономического роста» совокупность четырех элементов:

- территории регионов (как составляющие страны в целом или регионов внутри нее);
- отрасли (более перспективные и менее затратные для конкретной территории);
- предприятия (базовые для отраслей или просто стабильно функционирующие);
- программы (направленные на экономическую стабилизацию).

В данном случае в понятие «точки роста» включаются и программы, как инструмент регулирования.

До настоящего времени в научном сообществе не сложилось единого мнения к анализу и оценке целесообразности включения в стратегический выбор определенного региона конкретной отрасли или вида деятельности.

Так, обобщая приведенные мнения, следует отметить, что точка экономического роста региона может являться составной частью, или частным случаем полюса экономического развития. Основанием создания «точек роста» является появление инвестиционно привлекательного источника инновационного развития в определенной сфере и в возможности реализации этих инноваций на ограниченной территории, а не на обширном экономическом пространстве.

К примеру, одной из модификаций концепции точек роста в современной научной мысли можно считать концепцию профильности, под которой

понимается способность предприятия успешно функционировать на территории, одновременно обладая свойствами привлекательности и приживаемости для данной территориальной социально-экономической системы. Подобный подход определяет ранжирование объектов экономики на определенной территории по принципу селективной территориальной экономической политики без упора на выявление и формирование полюсов экономического развития как тягачей социально-экономического развития территории.

Опираясь на проведенный выше анализ научных трудов, можно сделать вывод, что стратегический подход к точечному социально-экономическому развитию территории предусматривает определение требований, главными среди которых можно выделить: интеллектуальные, образовательные, технологические, транспортные ресурсы, обеспечивающими общегосударственные и региональные интересы, которые нацелены на изменение как количественных, так и качественных характеристик региона в определенной тактической и стратегической перспективах.

В процессе стратегического планирования социально-экономического развития региона особое внимание следует уделять сбалансированному развитию системы, которое обеспечивается реализацией совокупности целого ряда заданных параметров, а нарушается выходом за прогнозируемые пределы любого из них. Следовательно, необходимо выработать четкие критериальные требования, предъявляемые к параметрам точек экономического роста, позволяющие обеспечить его безопасное и сбалансированное развитие – назовем их критерий-факторами.

Среди критериальных требований, предъявляемых критерий-факторам точек экономического роста, следует указать на комплексность, сбалансированность, жизнедеятельность, эффективность и социальную ориентированность.

Прежде всего, точки экономического роста должны обеспечивать комплексное региональное развитие, поскольку объектом целеполагания [3] выступают все отрасли и сферы жизнедеятельности региона, а также протекающие в его границах экономические и социальные процессы. Комплексность хозяйства региона, по мнению Т.А. Федоровой, означает сбалансированное, согласованное развитие его производительных сил [4]. Эффект комплексности складывается из эффектов агломерации, межотраслевого сочетания и социально-экономического, связанного с концентрацией населения.

По мнению А.Б. Алаева - комплексность подразумевает такую взаимосвязь между его элементами, когда эффективно выполняется специализация региона, не наблюдается существенных внутрорегиональных

хозяйственных диспропорций и сохраняется способность региона осуществлять в своих территориальных пределах расширенное воспроизводство [5].

Кроме того, точки экономического роста при достаточно высоком уровне концентрации производства в регионе должны являться материально-финансовой предпосылкой его стратегического обособления от других хозяйствующих субъектов и систем. Экономическое содержание этого обособления заключается в том, что определенная часть воспроизводственных народнохозяйственных связей ограничивается рамками территории региона, и на этой основе образуется специфическая и относительно самостоятельная форма движения закрепленных за регионом средств производства и произведенного продукта. Представляется, что именно благодаря такому экономическому обособлению получают право на существование важнейшие категории регионального воспроизводства (валовой региональный продукт, фонды потребления и накопления и т.д.), причем экономическое обособление не следует понимать как способность к самовоспроизводству, поскольку каждый отдельный регион занимает определенное место в системе общественного разделения труда, являясь составной частью единого народно-хозяйственного комплекса. Важнейшей характерной чертой обособления региона является его относительная форма, которая проявляется в становлении и развитии целой системы социальн-экономических связей, обеспечивающих единство регионального и общегосударственного воспроизводства [6].

Как правильно замечает Н.П. Дроздова - понятие эффективности функционирования системы нельзя сводить только к рыночным критериям [7]. Данный тезис предопределяет обоснованность следующего общего требования - точки экономического роста должны быть социально ориентированными, предполагающими повышение качества жизни населения территории (региона), которое не должно сводиться лишь к выделению минимально социально ориентированных средств, покрывающих расходы на оплату пенсий, пособий, поддержку социальной инфраструктуры, поскольку данных затрат обществу невозможно избежать.

В настоящее время существует несколько различных подходов к определению категории "качество жизни". Предлагается качество жизни трактовать как категорию, всесторонне характеризующую уровень и степень благосостояния, свобод, социального и духовного развития человека. В числе ее структурных составляющих целесообразно выделить главные составляющие, а именно: продолжительность жизни, состояние общественного здоровья, уровень и образ жизни населения.

Именно социально ориентированные точки экономического роста являются решающим

фактором развития региона, поскольку повышение уровня и качества жизни населения - мощный стимул к труду, источник платежеспособного спроса, гарант доверия населения к органами государственной власти и местного самоуправления, стимулятор формирования стабилизирующего (среднего) класса населения региона с прилагаемыми атрибутами образа жизни. Стоит согласиться, что постоянное планомерное повышение качества жизни населения региона является одной из основных целевых задач региональной политики [8].

Необходимо заметить, что для оценки качества жизни населения научным сообществом разработаны различные варианты систем показателей, характеризующие состояние общественного здоровья и продолжительности жизни, уровня и образа жизни [9].

В современных политико-экономических условиях, перечисленные и обоснованные выше критериальные требования необходимо дополнить требованием инновационного развития. Как правило, при стратегическом развитии региона акцент делается на развитие промышленности, которая выступает структурообразующим ядром региональной экономики, в то время как именно на инновационной основе должны развиваться все сферы жизнедеятельности региона.

Как справедливо отмечается в работе Т.О. Лашева, что в качестве критериев отнесения тех или иных отраслей к категории «точка роста» предлагает использовать:

- бюджетную эффективность (размер налоговых платежей).
- удельный вес отрасли в общем объеме продукции, произведенной на территории за определенный период;
- совокупность ведущих предприятий по комплексу экономических показателей;
- долю убыточных предприятий в отрасли;
- уровень рентабельности отрасли;
- денежное и количественное выражение полученной прибыли.

Приведенный набор критериев преследует цель определения роли предприятий и отраслей в региональном экономическом комплексе, дает представление о способности той или иной отрасли быть или в перспективе стать точкой роста.

В последние годы все большее внимание уделяется не только подъему различных отраслей экономики в регионе, повышению уровня благосостояния граждан, социальной защите населения, но и тому, как эти процессы сделать взаимосвязанными, т.е. чтобы рост экономики сопровождался обязательным улучшением социальной ситуации, а социальная обстановка благотворно воздействовала бы на развитие экономических процессов в регионе.

А.А. Мироедов в своей работе показывает, как преимущества региональной экономики

реализуются через структурно-территориальную политику, т.е. соответствие структуры производства структуре размещения ресурсов. Теория территориально-производственных комплексов и теория кластеров направлены на достижение такого соответствия.

В основу формирования взаимосвязанных точек экономического роста региона автором положены следующие принципы [10]:

- совместное использование региональных ресурсов разными отраслями;
- наличие единых технологий и техники;
- возможность отношений с одними и теми же поставщиками;
- использование продукции одних из отраслей региона в деятельности других отраслей того же региона.

Соглашаясь с позицией Федоренко Н.П. [11], преодоление комплекса проблем, связанных с относительно низкой эффективностью региональных экономик, целесообразно начать с объединения значимых, экономически обоснованных усилий, направленных на разработку специальных программ, как на региональном, так и на федеральном уровне, с определением экономических, технических и социальных приоритетов по каждой территории. Решить подобного рода проблему в конкретном регионе вполне реалистично с помощью метода формирования точек экономического роста, ядром которого является алгоритм формирования рационального комплекса точек экономического роста, представляющий собой совокупность прогнозно-аналитических процедур и управленческих действий, направленных с одной стороны на выбор и обоснование отраслей и видов деятельности, способных обеспечить достижение стратегических целей социального и экономического развития региона, с другой на определение объемов ресурсов необходимых для активизации.

В работе Лашевой определен ряд положений, которые должны быть учтены при организации исследований, связанных с формированием точек экономического роста, которые войдут в элементный состав нового стратегического выбора региона.

Во-первых, главным целевым ориентиром всех исследований является повышение качества жизни местного сообщества до уровня, нижняя граница которого определена системой минимальных государственных социальных стандартов, если таковые имеются.

Во-вторых, в существующих политико-экономических условиях формирование новых точек экономического роста региона-субъекта РФ в значительной мере определяется величиной и эффективностью использования его ресурсной базы, собственного социальноэкономического потенциала.

В-третьих, эффективность прогнозно-

аналитических работ, связанных с формированием точек экономического роста в регионе, которые войдут в элементный состав нового стратегического выбора в значительной мере определяется наличием полной и достоверной информации о закономерностях функционирования и стартовых условиях социально-экономического развития региона.

При этом, как справедливо отмечает Селин В.С., сложность анализа реального состояния экономики региона связана с тем, что оно «размывается» общей динамикой переходных процессов.

В нашем случае, для выяснения первой из поставленных задач, целесообразно использовать факторы, характеризующие общую социально-экономическую ситуацию в регионе:

- качество жизни населения;
- экологическая обстановка;
- состояние основных фондов сложившихся точек экономического роста;
- региональный баланс финансовых ресурсов;
- величина и эффективность использования регионального социально-экономического потенциала.

Однако необходимо отметить, что в приведенных выше работах вопросы обеспечения активизации точек роста и жизнедеятельности населения, общества рассматривались без учета анализа и оценки взаимовлияния социальной, экономической, экологической, демографической и политической систем без учета уровня жизнедеятельности региональной экономики и территории, на которой проживает население.

Известно, что игнорирование отдельных методологических аспектов не гарантирует полноту исследования и научную значимость полученных результатов. Поэтому выявленная, уже «исторически» сложившаяся закономерность разработки социально-экономических моделей обусловлена тем, что для моделирования процессов жизнедеятельности объектов экономики, как системы с научной точки зрения в большей степени подходит синтетический метод. Но при этом следует учитывать, что синтез или диагностика возможны только на основе знаний закономерностей построения и функционирования систем [12]. Преимуществом синтезированных моделей является возможность формирования процессов с «наперед» заданными свойствами [13]. В этой связи синтез модели сложной системы региональной экономики предполагает использование концепции системотехники, изложенной в научных трудах А.А. Богданова [14].

Синтетический подход предполагает построение соответствующей модели, обеспечивающей формирование системы жизнедеятельности региона, для этого нами выбран широко известный в математике «инструмент» –

сходящихся целочисленных рядов в совокупности с методом предельных уравнений в сочетании с методом функций Ляпунова [15-17].

Во многих задачах экономического характера структура управляемых общественных динамических подсистем и их параметры известны с некоторой погрешностью, и к числу необходимых требований, предъявляемых к управляемым системам, относится их устойчивость (в том или ином смысле) по отношению к структурным и внешним возмущениям.

К таким задачам относятся задачи проектирования и отработки сложных систем объектов экономики, в т.ч. региональных экономик.

Для решения задач стабилизации сложных управляемых динамических систем объектов экономики используют упрощение (преобразование) их структурных схем. Наиболее распространенными упрощениями являются декомпозиция, децентрализация и агрегирование. Известно, что подбором обратных связей сложную управляемую динамическую региональную систему можно представить в виде отдельных общественных подсистем. В представленных выше исследованиях встречаются управляемые динамические системы, которые расчленяются на локализованные подсистемы, обладающие определенной степенью автономности в том смысле, что управление может осуществляться на уровне подсистем (на локальном уровне) и на уровне исходной системы (на глобальном уровне). К таким системам относятся математические динамические модели объединенных энергосистем, манипуляционных управляемых динамических систем региональных экономик и других подсистем.

При решении задач оптимальной стабилизации объектов экономики ключевую роль играют теоремы метода функций Ляпунова об устойчивости относительно всех и части фазовых переменных. На основе указанных теорем изучаемые задачи сводятся к определению вида подынтегральной функции в критерии качества, при этом управляющие воздействия выбираются таким образом, чтобы известная для системы без управления функция Ляпунова могла служить оптимальной функцией Ляпунова для той же системы, но при действии на нее дополнительных управляющих сил.

Для анализа динамических процессов управления экономическими системами эффективным является использование теоретического аппарата теории устойчивости и качественной теории динамических систем. Методы, разработанные в трудах А.М. Ляпунова, Н.Е. Жуковского, Н.Г. Четаева, И.Г. Малкина, Н.Н. Красовского, Е.А. Барбашина, В.И. Зубова, А.А. Шестакова и других ученых, позволяют исследовать устойчивость состояний равновесия и

предельных циклов в динамических управляемых системах.

Теоретические и методологические вопросы экономической динамики в контексте социально-экономического регионального развития нами исследовались на основании трудов Л. Абалкина, А. Богданова, А. Гранберга, Г. Клейнера, В. Чекмарева, В. Солопова и др. Вопросы чувствительности системы рассматривались в контексте трудов Ф. Хайека, Дж. Кларка, Ф. Найта, Вукобратовича М., Томовича Р. и других. Самостоятельное значение в этом направлении имеют работы российских ученых - Городецкого В. И., Моревой О. Д., Решетова А. А., Юсупова Р. М. и др.

Важным методом исследования устойчивости неавтономных управляемых динамических экономических систем является метод предельных уравнений в сочетании с методом функций Ляпунова. Метод предельных уравнений дает возможность использовать для анализа изучаемой системы свойства ее предельной системы и исследовать предельную систему с помощью приемов топологической динамики. Предельные свойства динамических систем изучались, начиная с работ А.М. Ляпунова, А. Пуанкаре, в работах Дж. Селла, Арпггейна, Дж. Като, А.С. Андреева, А.А. Мартынюка, А.А. Шестакова, И.Г. Башмакова, А.М. Матвиенко и других ученых.

Метод предельных уравнений в сочетании с методом функций Ляпунова применяется также для решения задач оптимальной стабилизации управляемых динамических систем. Способы оптимальной стабилизации управляемых систем различных типов разработаны в трудах Н.Н. Красовского, В.В. Румянцева, А.С. Андреева, О.В. Дружининой и Е.В. Щенниковой и других ученых. В настоящее время исследования по оптимальной стабилизации направлены на обобщения имеющихся результатов при ослаблении условий, налагаемых на оптимальную функцию Ляпунова. Кроме того, актуальными являются вопросы оптимальной стабилизации многосвязных управляемых систем, используемых при исследовании объектов экономики.

Рассмотрим непрерывную управляемую открытую экономическую региональную систему. Указанная система задается с помощью правил вида. Если $z_1(t)$ есть M_{i1} , $z_2(t)$ есть M_{i2} , ..., z_p есть M_p , то

$$\dot{x}(t) = A_i x(t) + B_i u(t), \quad i=1, 2, \dots, m, \quad (1)$$

где M_{ij} ($i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, p$) - мягкие (нечеткие) множества; m - число правил; $x(t) \in R^n$ - вектор состояния; $u(t) \in R^q$ - вектор входа; $z_1, \dots, z_p(t)$ - известные предпосылки; $A_i \in R^{n \times n}$, $B_i \in R^{n \times q}$.

Иследуемая система может быть записана в виде

$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= \sum_{i=1}^m h_i(z(t)) \{A_i x(t) + B_i u(t)\}, \\ z(t) &= [z_1(t), z_2(t), \dots, z_p(t)] \end{aligned} \quad (2)$$

$$h_i(z(t)) = \frac{w_i(z(t))}{\sum_{i=1}^m w_i(z(t))} w_i(z(t)) = \prod_{j=1}^p M_{ij}(z(t)) \forall t$$

Так как $\sum_{i=1}^m w_i(z(t)) > 0$, $w_i(z(t)) \geq 0$, $i = 1, 2, \dots, m$, то $\sum_{i=1}^m h_i(z(t)) = 1$, $h_i(z(t)) \geq 0$, $i = 1, 2, \dots, m \forall t$.

Следовательно справедливы следующие свойства:

$$h_i(z(t)) = \frac{\partial h_i}{\partial z(t)} \cdot \frac{\partial z(t)}{\partial x(t)} \cdot \frac{\partial x(t)}{\partial t} = \sum_{i=1}^S U_{i1} \xi_{i1} \cdot \frac{\partial x(t)}{\partial t} \quad (3)$$

$$\sum_{k=1}^m h_k(z(t)) = 0 \quad (4)$$

Введем регулятор параллельно распределенной коррекции для экономической системы (1)

$$u(t) = -\sum_{i=1}^m h_i(z(t)) F_1 x(t), \quad (5)$$

где F_1 - коэффициенты усиления обратной связи в экономической системе.

Открытая экономическая региональная система может быть задана с помощью дифференциального уравнения

$$\dot{x}(t) = \sum_{i=1}^m h_i(z(t)) A_i x(t). \quad (6)$$

Подставляя (5) в (2), получаем замкнутую экономическую систему

$$\dot{x}(t) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m h_i(z(t)) h_j(z(t)) \{A_i - B_i F_j\} x(t) \quad (7)$$

Рассмотрим неравенства

$$|h_k| < a_k, \forall k = 1, \dots, m, \quad (8)$$

где $a_1, a_2, \dots, a_m$ - положительные постоянные.

Теорема 1 [1,2]. Рассмотрим матричные неравенства

$$\begin{aligned} P_i &= P_i^* > 0 \forall i = 1, 2, \dots, m-1; \\ P_i - P_m &\geq 0 \forall i = 1, 2, \dots, m; \\ \bar{P}_a + \frac{1}{2} (A_i^* P_j + A_j^* P_i + P_i A_j) &< 0, i \leq j, \end{aligned} \quad (9)$$

где $i, j = \{1, \dots, m\}$, $\bar{P}_a = \sum_{k=1}^{m-1} a_k (P_k - P_r)$ и a_k - скаляры.

Пусть выполнены условия (8). Тогда открытая TS - система (6) устойчива, если совместимы линейные матричные неравенства (9).

Теорема 2 [1,2]. Рассмотрим матричные неравенства

$$\begin{aligned} P_i &= P_i^* > 0 \forall i = 1, 2, \dots, m-1; \\ P_i - Q &\geq 0 \forall i = 1, 2, \dots, m; \\ \bar{P}_a + \frac{1}{2} (A_i^* P_j + P_j A_i + A_j^* P_i + P_i A_j) &< 0 \ i \leq j, \end{aligned} \quad (10)$$

где $i, j = \{1, \dots, m\}$, $\bar{P}_a = \sum_{k=1}^m a_k (P_k + Q)$ и a_k - скаляры и $Q = Q^*$.

Пусть выполнены условия (8). Тогда открытая TS - система (6) устойчива, если совместны линейные матричные неравенства (10).

Признаки устойчивости

Считаем, что справедливо следующее утверждение в отношении региональной экономики.

Теорема 3. Рассмотрим матричные неравенства

$$\begin{aligned} P_k + S &> 0, k \in \{1, \dots, m\} \setminus \{1, \dots, 2, m\}; \\ P_j + c_0 S &> 0, j \in \{1, \dots, m\}; \\ P_a + \frac{1}{2} \{A_i^* (P_j + cS) + (P_j + cS) A_i + A_j^* (P_i + cS) + (P_i + cS) A_j\} &< 0, i \leq j, \end{aligned} \quad (11)$$

где $i, j = 1, 2, \dots, m$, $P_a = \sum_{k=1}^m a_k (P_k + S)$ и $c_0 = 1 - a_0$.

Пусть выполнены условия (8) и $a_0 \in [0, 1]$. Тогда система устойчива, если существуют положительно определенные симметричные матрицы P_k ($k = 1, 2, \dots, m$) и матрица $S = S^*$ такие, что совместны линейные матричные неравенства (11).

Доказательство. Рассмотрим векторную функцию Ляпунова $(V_1, V_2, \dots, V_m)$. Выберем функцию Ляпунова вида

$$V(x(t)) = \sum_{i=1}^m h_i(z(t)) \cdot V_k(x(t)), \quad (12)$$

$$V_k(x(t)) = x^*(t) (P_k + c_0 S) x(t), k = 1, 2, \dots, m \quad (13)$$

где величины в правых частях обладают свойствами

$$\begin{aligned} P_k &= P_k^*, S_k = S^* \text{ и } (P_k + c_0 S) \geq 0, k = 1, 2, \dots, m, \\ a_0 &\in [0, 1], c_0 = 1 - a_0. \end{aligned}$$

Предположим, что функция $V(x(t))$ обладает свойствами:

$$V(x(t)) - \text{функция регионального уровня; } (14)$$

$$V(0) = 0 \text{ и } V(x(t)) \geq 0 \text{ при } x(t) \neq 0 \quad (15)$$

$$\|x(t)\| \rightarrow \infty \Rightarrow V(x(t)) \rightarrow \infty. \quad (16)$$

Тогда

$$\dot{V}(x(t)) = \sum_{k=1}^m h_k(z(t)) \cdot V_k(x(t)) + \sum_{k=1}^m h_k(z(t)) \cdot \dot{V}_k(x(t)). \quad (17)$$

$$\dot{V}(x(t)) = w_1(x, z) + w_2(x, z), \quad (18)$$

где

$$w_1(x, z) = x^*(t) \left(\sum_{k=1}^m h_k(z(t)) \cdot (P_k + c_0 S) \right) x(t), \quad (19)$$

$$w_2(x, z) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m h_i(z(t)) h_j(z(t)) x^*(t) \cdot \{A_i^*(P_j + c_0 S) + (P_j + c_0 S)A_i + A_j^*(P_i + c_0 S) + (P_i + c_0 S)A_j\} x(t) \quad (20)$$

По условию (8) имеем

$$w_1(x, z) \leq \sum_{k=1}^m a_k \cdot x(t)^*(P_k + c_0 S) x(t). \quad (21)$$

Из (4) следует, что $\sum_{k=1}^m h_k(z(t)) \in S = \bar{S} = 0$, где S - симметрическая матрица соответствующей размерности. Учитывая (18) ÷ (21), получаем

$$w_1(x, z) \leq \sum_{k=1}^m a_k \cdot x(t)^*(P_k + S) x(t).$$

Следовательно,

$$\dot{V}(x(t)) \leq x^*(t) \left(\sum_{k=1}^m a_k \cdot (P_k + S) \right) x(t) + x(t)^* \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m h_i h_j \times \\ \times \{A_i^*(P_k + c_0 S) + (P_k + c_0 S)A_i + A_k^*(P_i + c_0 S) + (P_i + c_0 S)A_k\} x(t).$$

В силу (11) производная $\dot{V}(x(t))$ отрицательна и система (6) устойчива. Теорема доказана. Стабилизация. Запишем систему (7) в виде

$$\dot{x}(t) = \sum_{i=1}^m h_i(z(t)) h_i(z(t)) G_{ii}(x(t)) + 2 \sum_{i=1}^m \sum_{i < j} h_i(z(t)) h_j(z(t)) \left\{ \frac{G_{ij} + G_{ji}}{2} \right\} \cdot x(t), \quad (22)$$

где $G_{ij} = A_i - B_i F_j$, $G_{ii} = A_i - B_i F_i$.

Теорема 4. Рассмотрим матричные неравенства

$$P_k + S > 0, k \in \{1, \dots, m\}, P_j + c_0 S \geq 0, j = 1, 2, \dots, m; \quad (23)$$

$$P_a + \{G_{ii}^*(P_a + c_0 S) + (P_a + c_0 S)G_{ii}\} < 0, i, k \in \{1, 2, \dots, m\}; \quad (24)$$

$$\left\{ \frac{G_{ij} + G_{ji}}{2} \right\}^* (P_k + c_0 S) + (P_k + c_0 S) \left\{ \frac{G_{ij} + G_{ji}}{2} \right\} < 0, \forall i, j, k = 1, 2, \dots, m, \forall i < j \quad (25)$$

где $G_{ij} = A_i - B_i F_j$, $G_{ii} = A_i - B_i F_i$, $P_a = \sum_{k=1}^m a_k (P_k + S)$.

Пусть выполнены условия (8). Тогда система (7) устойчива, если существуют положительно определенные симметрические матрицы P_k ($k = 1, 2, \dots, m$), S и матрицы $F_1, F_2, \dots, F_m$ такие, что матричные неравенства (23) ÷ (25) совместны.

Доказательство. Рассмотрим функцию Ляпунова вида (12), где V_k определены в (13).

Производная по времени вдоль траектории системы (22) определяется соотношением

$$\dot{V}(x(t)) = \sum_{k=1}^m h_k(z(t)) \cdot V_k(x(t)) + \sum_{k=1}^m h_k(z(t)) \cdot \dot{V}_k(x(t)). \quad (26)$$

Соотношение (26) запишем в виде

$$\dot{V}(x(t)) = x^*(t) \left(\sum_{k=1}^m h_k(z(t)) \cdot (P_k + c_0 S) \right) x(t) + x^*(t) \left(\sum_{k=1}^m h_k(z(t)) \cdot (P_k + c_0 S) \right) x(t) + \\ + x^*(t) \left(\sum_{k=1}^m h_k(z(t)) \cdot (P_k + c_0 S) \right) \dot{x}(t). \quad (27)$$

Подставляя (22) в (27), получаем

$$\dot{V}(x(t)) = W_1(x, z) + W_2(x, z) + W_3(x, z), \quad (28)$$

где

$$\begin{aligned} W_1(x, z) &= x^*(t) \left(\sum_{k=1}^m h_k(z(t)) \cdot (P_k + c_0 S) \right) x(t), \\ W_2(x, z) &= x^*(t) \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^m h_k(z(t)) h_i^2(z(t)) \{G_{ii}^*(P_k + c_0 S) + (P_k + c_0 S) C_{ii}\} x(t), \\ W_3(x, z) &= x^*(t) \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^m \sum_{i < j} h_k(z(t)) h_i(z(t)) h_j(z(t)) \left[\left\{ \left(\frac{G_{ij} + G_{ji}}{2} \right)^* (P_k + c_0 S) + (P_k + c_0 S) \left(\frac{G_{ij} + G_{ji}}{2} \right) \right\} x(t) \right]. \end{aligned}$$

На основании предположения (8) имеем

$$W_1(x, z) \leq \sum_{k=1}^m a_k \cdot x^*(t) (P_k + c_0 S) x(t). \quad (29)$$

Из (4) следует, что $\sum_{k=1}^m h_k(z(t)) \in S = \bar{S} = 0$, где S - симметрическая матрица соответствующей размерности.

С учетом (28), (29) получим оценку

$$W_1(x, z) \leq \sum_{k=1}^m a_k \cdot x(t)^* (P_k + S) x(t).$$

Следовательно,

$$\dot{V}(x(t)) \leq \sum_{k=1}^m a_k \cdot x^*(t) (P_k + S) x(t) + W_2(x, z) + W_3(x, z).$$

Если условия (23) и (24) выполнены, то производная функции Ляпунова отрицательна. Окончательно,

$$\begin{aligned} \dot{V}(x(t)) &\leq x^*(t) \left(\sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^m h_k(z(t)) h_i^2(z(t)) \right) \{G_{ii}^*(P_k + c_0 S) + (P_k + c_0 S) C_{ii}\} + \sum_{k=1}^m a_k (P_k + S) + \\ &+ \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^m \sum_{i < j} h_k(z(t)) h_i(z(t)) h_j(z(t)) \left\{ \left(\frac{G_{ij} + G_{ji}}{2} \right)^* (P_k + c_0 S) + (P_k + c_0 S) \left(\frac{G_{ij} + G_{ji}}{2} \right) \right\} x(t) < 0. \end{aligned}$$

Следовательно, система (7) устойчива. Теорема доказана.

Теорема 5. Предположим, что величины $x(0)$ и $z(0)$ известны. Тогда выполнимы неравенства, (30) если существует положительно определенные матрицы $P_1, P_2, \dots, P_m$ и матрицы $F_1, F_2, \dots, F_m$, удовлетворяющие неравенствам

$$\begin{pmatrix} 1 & x^*(0) \\ x(0) & (P_k + c_0 P)^{-1} \end{pmatrix} \geq 0 \quad \forall i = 1, 2, \dots, m \quad (31)$$

$$\begin{pmatrix} 1 & x^*(0) \\ x(0) & (P_k + c_0 P)^{-1} \end{pmatrix} \geq 0 \quad \forall i = 1, 2, \dots, m \quad (32)$$

Доказательство. Перепишем неравенства (30) в виде

$$\left(\frac{\partial h_k(z(t))}{\partial x(t)} x'(t) \right)^* \left(\frac{\partial h_k(z(t))}{\partial x(t)} x'(t) \right) \leq a_k^2, \quad (33)$$

Подставляя (7) в (33), получаем

$$\frac{1}{a_k^2} \left[y \{ \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^m h_i(z(t)) h_j(z(t)) [A_i - B_i F_j] x(t) \} \left(y \{ \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^m h_i(z(t)) h_j(z(t)) [A_i - B_i F_j] \} \right)_{kmax} x(t) \leq 1 \right],$$

или

$$\left(\frac{y_{kmax}^2}{a_k^2} \right) \{ \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^m h_i(z(t)) h_j(z(t)) [A_i - B_i F_j] \} \{ \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^m h_i(z(t)) h_j(z(t)) [A_i - B_i F_j] \}.$$

Предположим, что для функции Ляпунова выполнено условие $V(x(t)) \leq V(x(0)) \leq 1 \quad \forall t > 0$.

Тогда несложные алгебраические преобразования приводят к оценкам

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^m h_k(z(t)) \quad x^*(t)(P_k + c_0 S)x(t) &\leq \sum_{k=1}^m h_k(z(0)) \quad x^*(0)(P_k + c_0 S)x(0) \leq 1, \\ 1 - \sum_{k=1}^m h_k(z(0)) \quad x^*(0)(P_k + c_0 S)x(0) &\geq 0, \\ 1 - x^*(0)(\sum_{k=1}^m h_k(z(0)) (P_k + c_0 S))x(0) &\geq 0. \\ \begin{bmatrix} 1 & x^*(0) \\ x(0) & \left(\sum_{k=1}^m h_k(z(0))(P_k + c_0 P) \right)^{-1} \end{bmatrix} &\geq 0. \end{aligned}$$

Таким образом,

$$\begin{bmatrix} 1 & x^*(0) \\ x(0) & (P_k + c_0 P)^{-1} \end{bmatrix} \geq 0,$$

что доказывает совместимость (31).

Кроме того, (30) будет выполнено, если справедливы неравенства

$$\begin{bmatrix} a_k \sum_{k=1}^m h_k(z(t))(P_k + c_0 S) & (y_{k \max} K^*) \\ (y_{k \max} K) & a_k I \end{bmatrix} \geq 0,$$

где $K = \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^m h_i(z(t))h_j(z(t))[A_i - B_i F_j]$.

Таким образом,

$$\begin{bmatrix} a_k \sum_{k=1}^m h_k(z(t))(P_k + c_0 S) & N_{ijk}^* \\ N_{ijk} & a_k I \end{bmatrix} \geq 0, \quad \forall i, k \in \{1, 2, \dots, m\},$$

где $N_{ijk} = y(A_i - B_i F_j)_{k \max}$. Теорема доказана.

Неразрывно с понятием «устойчивости» динамических систем объектов экономики сопутствует понятие «стабильность», «жизнедеятельность».

Для исследования процессов обеспечения устойчивости и жизнедеятельности региональной экономики будут выступать системы критериев-

факторов, определяющие формирование безопасной системы региональной экономики: экономические, социальные, демографические, экологические, девиантного поведения, политические, а показателями – отдельные критерии внутри этих систем, представлены ниже (табл. 1).

Таблица 1

Критерии, определяющие обеспечение жизнедеятельности региональной экономической системы

Обозначение	Наименование системы критериев-факторов	Критерии
Э	Экономическая	Э1. Уровень относительной доходности на душу населения (ВРП _{дн} на душу населения отнесенный к ВВП _{дн} на душу населения за определенный период)
		Э2. Уровень объема инвестиций (объем инвестиций территории к ВРП отнесенный к аналогичному пороговому значению надуровня территории за определенный период)
		Э3. Уровень доли новых видов продукции в объеме выпускаемой продукции (доля новых видов продукции в объеме выпускаемой продукции территории отнесенная к аналогичному пороговому значению надуровня территории за определенный период)
		Э4. Относительный уровень инфляции (уровень инфляции на территории отнесенный к аналогичному пороговому значению надуровня территории за определенный период)

С	Социальная	С1. Уровень отношения доходов 10% самых богатых и 10% самых бедных (отношение уровня доходов 10% самых богатых и 10% самых бедных территории отнесенное к аналогичному пороговому значению надуровня территории за определенный период)
		С2. Уровень доли населения, живущего на пороге бедности (отношение доли населения, живущего на пороге бедности отнесенное к аналогичному пороговому значению надуровня территории за определенный период)
Д	Демографическая	Д1. Уровень усредненного суммарного коэффициента рождаемости (КРтер/КРпорог)
		Д2. Уровень усредненного коэффициента ожидаемости продолжительности жизни (КЖтер/КЖпорог)
		Д3. Коэффициент старения населения (доля лиц старше 65 лет отнесенная к усредненной численности населения территории отнесенная к аналогичному пороговому значению надуровня территории за определенный период)
Эк	Экологическая	Эк1. Уровень предохранительных затрат на экологию (Объем предохранительных расходов к ВРП территории отнесенный к аналогичному пороговому значению надуровня территории за определенный период)
		Эк2. Уровень экологических платежей (Сумма начисленных экологических платежей к ВРП территории отнесенная к аналогичному пороговому значению надуровня территории за определенный период)
Дп	Девиантного поведения	Дп1. Уровень преступности на территории (количество преступлений на 100 тыс. человек территории отнесенное к аналогичному пороговому значению надуровня территории за определенный период)
		Дп2. Относительный уровень потребления алкоголя (Уровень потребления алкоголя на душу населения территории отнесенный к аналогичному пороговому значению надуровня территории за определенный период)
		Дп3. Относительный уровень суицидов (Число суицидов на 100 тыс. человек территории отнесенное к аналогичному пороговому значению надуровня территории за определенный период)
П	Политическая	П1. Уровень доли граждан, выступающих за кардинальной изменение политической системы (доля граждан, выступающих за кардинальной изменение политической системы территории отнесенная к аналогичному пороговому значению надуровня территории за определенный период)
		П2. Уровень доверия населения к органам власти (доля граждан, выражающих доверие государственным органам власти территории отнесенная к аналогичному пороговому значению надуровня территории за определенный период)
		П3. Уровень доверия населения к органам власти (доля граждан, выражающих доверие муниципальным органам власти территории отнесенная к аналогичному пороговому значению надуровня территории за определенный период)

Тогда «Показатель жизнедеятельности устойчивом функционировании экономической системы региональной экономики» при системе примет вид:

$$V_{Are} = ((\Sigma 1 + \Sigma 2 + \Sigma 3 + \Sigma 4) + (C1 + C2) + (D1 + D2 + D3) + (Эк1 + Эк2) + (Дп1 + Дп2 + Дп3) + (П1 + П2 + П3)) / n, \quad (34)$$

где n – количество критериев

Тогда оценка уровня жизнедеятельности V_{Are} относительно уровня условной 1,0 в устойчивой системе региональной экономики конкретный период времени t, т.е. получаем определяется по предельным значениям показателя $V_{Are}(t)$.

$$V_{Are}(t) = ((\Sigma 1(t) + \Sigma 2(t) + \Sigma 3(t) + \Sigma 4(t)) + (C1(t) + C2(t)) + (D1(t) + D2(t) + D3(t)) + (Эк1(t) + Эк2(t)) + (Дп1(t) + Дп2(t) + Дп3(t)) + (П1(t) + П2(t) + П3(t))) / n(t) \quad (35)$$

Принимаем $V\text{Are}(t) = W4(x(t))$, следовательно будет верно нежесткое неравенство:

$$\begin{aligned} W4(x(t)) &\leq W4(x(0)) \leq 1 \quad \forall t > 0, \\ V(x(t)) &\leq V(x(0)) \leq 1 \quad \forall t > 0 \end{aligned} \quad (36)$$

Решая совместно уравнения устойчивости экономики при постоянной (стабильной) (стабилизации) и жизнедеятельности устойчивости и жизнедеятельности динамической системы региональной экономики функционирования региональной экономики, **без учета влияния внешних возмущений.** получаем функцию модели региональной

$$\begin{aligned} V(x(t)) &\leq V(x(0)) \leq 1 \quad \forall t > 0 \\ V'(x(t)) &\leq \sum_{k=1}^m a_k \cdot x^*(t)(P_k + S) \quad x(t) + W_2(x, z) + W_3(x, z), \text{ при } V'(x(t)) < 0 \\ W4(x(t)) &\leq W4(x(0)) \leq 1 \quad \forall t > 0, \end{aligned} \quad (37)$$

Решая с учетом влияния внешних возмущений функцию модели региональной экономики при совместно уравнения устойчивости (стабилизации) постоянной (стабильной) устойчивости и жизнедеятельности динамической системы жизнедеятельности функционирования региональной экономики получаем искомую региональной экономики,

$$\begin{aligned} V(x(t))_{\min} &\leq V(x(t)) \leq V(x(0)) \leq 1 \quad \forall t > 0 \\ V'(x(t)) &\leq \sum_{k=1}^m a_k \cdot x^*(t)(P_k + S) \quad x(t) + W_2(x, z) + W_3(x, z), \text{ при } V'(x(t)) < 0 \\ W4(x(t))_{\min} &\leq W4(x(t)) \leq W4(x(0)) \leq 1 \quad \forall t > 0, \end{aligned} \quad (38)$$

$K(P_{\text{SIST}}(t))_{\min} \leq K(P_{\text{SIST}}(t)) \leq 1$, при $K(G_{\text{SIST}}(t)) \rightarrow 0$, где

$V(x(t))$ – функция Ляпунова;

$V'(x(t))$ – производная функции Ляпунова;

$W4(x(t))$ – функция показателя жизнедеятельности системы региональной экономики;

$K(P_{\text{SIST}}(t))$ – функция коэффициента устойчивости региональной экономики;

$K(G_{\text{SIST}}(t))$ – функция вероятности наступления дестабилизации региональной экономики.

Далее проведем оценку значений показателя критериальных границ показателей, разработанных жизнедеятельности и устойчивости системы на основе учета мнений региональных экспертов, региональной экономики на основе шкалы представленную в таблице 2.

Таблица 2.

Шкала показателей жизнедеятельности и устойчивости системы региональной экономики ($W4(x(t))$, $V(x(t))$) (предложена авторами).

Значение показателя системы региональной экономики	Критериальная оценка показателей устойчивости и жизнедеятельности системы региональной экономики	
	$W4(x(t))$	$V(x(t))$
До 0,50	критический	критический
0,51-0,69	кризисный	кризисный
0,70-0,79	предкризисный	предкризисный
0,80-0,85	нормально-предкризисный	нормально-предкризисный
0,85-0,99	нормальный	нормальный
1,0 и выше 1,00	высокий	

При «настройке» модели нами не учитывалась степень влияния отдельных подсистем (критериев-факторов) на обеспечение жизнедеятельности динамической системы региональной экономики, приняли показатели взаимного влияния равными 1,0.

В основе синтеза предложенной модели, учитывающей закономерности взаимосвязей показателей социальных, технологических, экономических, экологических и других систем с повышением устойчивости и жизнедеятельности динамических систем региональной экономики, заложена идея сохранения целостности системы, ее устойчивости и жизнедеятельности, заключающаяся в том, что выделяется объект, действие и процесс. Это позволяет снизить уровень

риска несоответствия ожиданий полученным результатам. Соответственно для моделирования процесса взаимодействия этих систем со службой жизнедеятельности государства необходимо идентифицировать категории, соответствующие свойствам «объективности», «изменчивости» и «целостности» [39].

При решении системы уравнений (38) и проведении расчетной апробации методики вводим следующие упрощения (допущения):

- допускаем, что социально-экономическая система функционирует в режиме постоянной (стабильной) устойчивости объекта экономики в заданных амплитудных параметрах устойчивости в определенный период времени, т.е. уравнения устойчивости и стабилизации экономических

систем, основанные на методах линейных матричных неравенств и методе неквадратичных векторных функций Ляпунова не решаются в данном варианте апробации методики и будут решены позднее.

• Полагаем, что система критерий-факторов П (политическая) является предельно относительно стабильной в заданных пределах функционирования системы объекта экономики и принимаем значения критериев $(\Sigma \Pi_i)/\Pi_i = 1$, т.е. целесообразно исключить из расчетной апробации методики, что согласуется с условиями текущей политической обстановки в регионах Российской Федерации.

Методика расчета уровней жизнедеятельности:

1. Подборка показателей: критерий-факторов для оценки уровней:

• жизнедеятельности системы объекта экономики;

• жизнедеятельности развития экономики региона;

• жизнедеятельности социально-экономического сектора региона;

• экономической жизнедеятельности населения, и их сопоставление с пороговыми значениями.

Необходимо отметить, что экономическая жизнедеятельность населения в данном исследовании рассматривается не только как показатель материальной защищенности населения в конкретный период времени конкретного региона, но в первую очередь, как стратегический ресурсный потенциал материальной обеспеченности населения на предстоящий период, для обеспечения экономической и финансовой самостоятельности региона, как ресурсную обеспеченность, его потенциал к саморазвитию, способность самостоятельно решать региональные вопросы и вопросы местного значения.

Существует множество факторов, в той или иной степени влияющих на жизнедеятельность региональной экономической системы.

Остановимся на 22-х основных макроэкономических критерий-факторах, на наш взгляд, наиболее четко характеризующие социально-экономическое состояние региона и населения, приведенные в таблице 3.

Ранжирование критериев-факторов по региональным подсистемам (см. таблицу 3).

Таблица 3

Критерий-факторы жизнедеятельности регионов в разрезе блоков

№ п/п	Символы	Наименование блоков	Обозначение критерия	Наименование критерия
	Э	Экономическая	Э ₁	Доля обрабатывающей промышленности в промышленном производстве, %.
			Э ₂	Объем инвестиций к ВРП, в %.
			Э ₃	Износ основных фондов, %.
			Э ₄	Инновационная активность организаций, %.
			Э ₅	Внешнеторговая деятельность (соотношение экспорта с импортом), раз.
			Э ₆	Доля малого и среднего бизнеса в промышленном производстве региона, %.
			Э ₇	Уровень собственных доходов в консолидированном бюджете к ВРП, в %.
			Э ₈	Объем ВРП к объему основных фондов
	С	Социальная	С ₁	Объем ВРП на душу населения, тыс.руб.
			С ₂	Уровень расходов консолидированного бюджета на социально-культурные мероприятия (образование, здравоохранение, социальная политика) к ВРП, в %.
			С ₃	Уровень доходов населения к ВРП, в %.
			С ₄	Уровень занятости населения, %.
			С ₅	Уровень фактического конечного потребления домашних хозяйств на душу населения, тыс.руб.
			С ₆	Индекс потребительских цен
			С ₇	Уровень заболеваемости на 1 000 чел.
	Д	Демографическая	Д ₁	Коэффициент естественного прироста населения (на 1000 человек населения)
	Дп	Девиант-ного поведения	Дп1.	Уровень числа зарегистрированных преступлений на 100 000 человек населения) Уровень преступности на территории (количество преступлений на 100 тыс.

				человек территории отнесенное к аналогичному пороговому значению над уровня территории за определенный период)
			Дп2	Относительный уровень потребления алкоголя (Уровень потребления алкоголя на душу населения территории отнесенный к аналогичному пороговому значению над уровня территории за определенный период)
	Эк	Экологическая	Эк1	Уровень предохранительных затрат на экологию (Объем предохранительных расходов к ВРП территории отнесенный к аналогичному пороговому значению над уровня территории за определенный период)
	П	Политическая	П1	Уровень доли граждан, выступающих за кардинальной изменение политической системы (доля граждан, выступающих за кардинальной изменение политической системы территории отнесенная к аналогичному пороговому значению над уровня территории за определенный период)
			П2	Уровень доверия населения к органам власти (доля граждан, выражающих доверие государственным органам власти территории отнесенная к аналогичному пороговому значению над уровня территории за определенный период)
			П3	Уровень доверия населения к органам власти (доля граждан, выражающих доверие муниципальным органам власти территории отнесенная к аналогичному пороговому значению над уровня территории за определенный период)

Источник: подготовлено авторами.

1. Расчет значений уровней жизнедеятельности методом линейной комбинации частных показателей. Данный показатель формируется из группировки частных показателей по основным стратегическим направлениям:

- **уровень жизнедеятельности системы объекта экономики (VARE) – критерии 1-22 в интегрированный показатель VARE;**
- **уровень жизнедеятельности развития экономики региона (LAE) – критерии 1-8 в интегрированный показатель LAE;**
- **уровень жизнедеятельности социально-экономического сектора региона (LSE) - критерии 1-18 в интегрированный показатель LSE;**
- **уровень экономической жизнедеятельности населения (GEP) – критерии 9-18 в интегрированный показатель GEP;**
- **индекс локализации (IL);**
- **уровень дифференциации региона (территории) (Dr).**

Объединение частных значений показателя в единый интегрированный целесообразно производить методом получения среднего арифметического значения. Использование данной методики линейной комбинации частных показателей объясняется тем, что все используемые показатели взаимозаменяемы, а снижение значения одного из них в суммарной оценке полностью

компенсируется другим положительным изменением значения показателя:

$$\begin{aligned} VARE &= (\Sigma I_{1-22})/n_1 \\ LAE &= (\Sigma I_{1-8})/n_2, \\ LSE &= (\Sigma I_{1-18})/n_3, \\ GEP &= (\Sigma I_{9-18})/n_4 \end{aligned} \quad (39)$$

где n_i – количество стратегических направлений, в данном случае $n_1=22$, $n_2=8$, $n_3=18$, $n_4=10$

Степень значимости для каждого частного показателя в отдельности следует рассматривать через отношение фактических и пороговых значений показателей. Для системы используемых показателей с разными единицами измерения важным является приведение показателей к единой величине и проведение нормирования порогового значения, принимаемого за 1, что, соответственно, и позволяет делать подобная техника расчета.

Коэффициент значимости показателя жизнедеятельности экономики (I_i) определяется как отношение фактического значения показателя к пороговому:

$$I_i = Sp_j \times Sv_i (Sf_i / Sp_i) \quad (40)$$

где P_i – коэффициенты значимости фактических и пороговых значений показателя;

Sf_i – фактическое значение показателя-фактора;

Sp_i – пороговое значение показателя-фактора;

S_{vi} – весовой коэффициент показателя-фактора относительно других показателей-факторов в системе критерий-факторов в пределах конкретного региона;

S_{pj} – весовой коэффициент показателя-фактора относительно других показателей-факторов в системе критерий-факторов в пределах конкретного региона относительно регионов исследуемого государства (страны). Допущение: в данном случае апробации методики S_{vi} и S_{pj} примем равным 1,0.

Вышеперечисленные критерии характеризуют уровень жизнедеятельности народнохозяйственных объектов, расположенных на той или иной территории, уровень жизнедеятельности населения, социально-экономического сектора территории и экономики региона в целом.

Проведем расчет показателей уровней жизнедеятельности на примере Владимирской области по отдельным направлениям в сравнении с пороговыми значениями на уровне средних значений соответствующих показателей по России.

2. Применительно к предмету исследования целесообразно оценить индекс локализации, показывающий насколько локализовано в регионе (территории) производство ВРП и определяется по формуле:

$$IL = GRP_i / GRP_o, \quad (41)$$

где GRP_i – ВРП на душу населения в регионе (территории);

GRP_o – средний уровень ВРП на душу населения по более доминирующему территориальному образованию.

3. Дифференциация и развитие региона (территории) определяется по совокупности анализа трех интегрированных показателей с

учетом индекса локализации: **уровню жизнедеятельности региональной экономики, экономической жизнедеятельности населения, уровню дифференциации региона (территории) и индексу локализации (см. таб. 4).**

4. Нами предложена упрощенная методика определения уровня дифференциации региона (территории) - Dr - следующим образом:

$$Dr = K_o \times (GEP / VARE), \quad (42)$$

Где K_o - Коэффициент обратной осцилляции;

5. Коэффициент обратной осцилляции

$$K_o = 1 - R / GRP \quad (43)$$

где GRP – среднее значение ВРП на душу населения в совокупности.

6. Для оценки величины вариаций территорий по среднедушевому ВРП рассчитаны показатели [13]:

Размах вариации

$$R = GRP_{max} - GRP_{min}, \quad (44)$$

где GRP_{max} и GRP_{min} – соответственно максимальное и минимальное значение ВРП на душу населения в совокупности,

7. Далее проведем оценку значений уровней жизнедеятельностей систем региональной экономики и дифференциации на примере Владимирской области на основе шкалы критериальные границ показателей критерий-факторов, разработанных на основе учета мнений региональных экспертов.

Таблица 4

Шкала показателя уровней жизнедеятельности: объекта экономики, экономической жизнедеятельности населения, уровня дифференциации региона (территории) жизнедеятельности региона, индекса локализации ВРП.

Значение показателя уровня жизнедеятельности	Критериальная оценка уровня жизнедеятельности				Dr	IL
	VARE	GEP	LAE	LSE		
До 0,50	критический	критический	критический	критический	критическая	критическая локализация
0,51-0,69	кризисный	кризисный	кризисный	кризисный	резкая	малая локализация
0,70-0,79	предкризисный	предкризисный	предкризисный	предкризисный	средняя	средняя локализация
0,80-0,85	нормально-предкризисный	нормально-предкризисный	нормально-предкризисный	нормально-предкризисный	малая	резкая локализация
0,85-0,99	нормальный	нормально-устойчивый	нормально-устойчивый	нормальный	нормальная	нормальная локализация
Свыше 0,99	высокий	Высоко-устойчивый	Высоко-устойчивый	Высокий	кризисная	1,00

Источник: подготовлено автором.

8. На основании рассмотренной выше жизнедеятельности объекта экономики, методики авторами оценены уровни развития экономики, социально-экономического

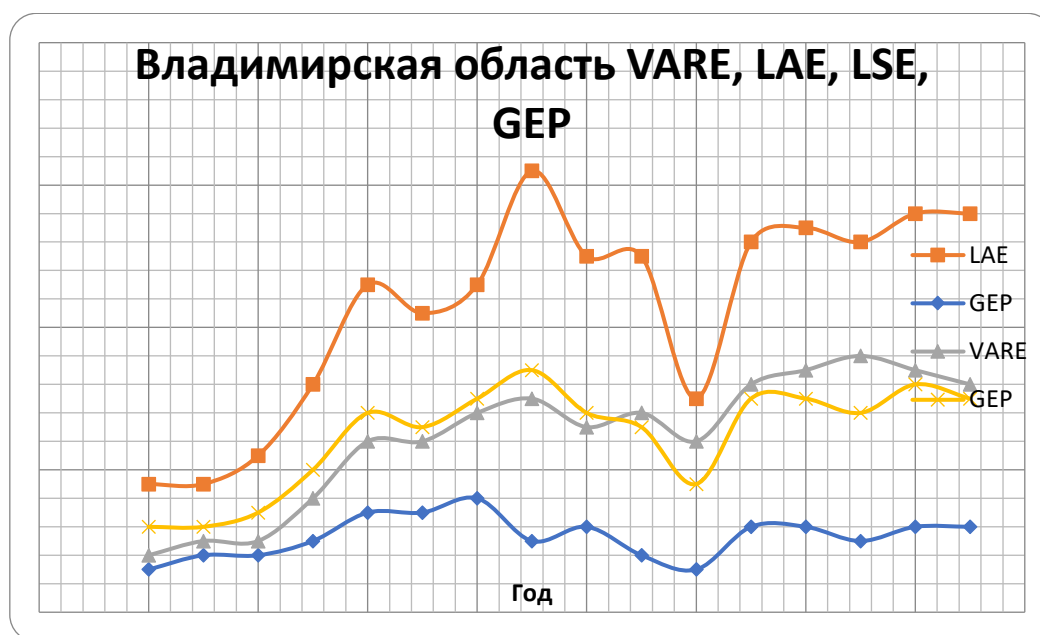


Рис. 1. График уровней жизнедеятельности экономики Владимирской области за период 2002–18 гг. Источник: подготовлено автором.

На основе проведенного анализа интегрированных показателей жизнедеятельности региона, региональной экономики, социально-экономического сектора и экономической жизнедеятельности населения Владимирской области следует отметить, что:

- в целом общее состояние Владимирской области характеризуется как «*нормальное*» ($VARE = 0,85...0,97 < 0,99$);

- LAE находится в пределах $0,89...1,11$ - что говорит о высоком экономическом потенциале области по сравнению с показателями, отнесенными на душу населения средне статистического Субъекта России. LAE имеет тенденцию к улучшению ситуации в течение 2002-11г.г., 2012-18г.г., полагаем, что в период 2011-12г.г. наблюдались кризисные явления в экономике региона, что потребовало проведение определенных ответных мер на вызовы и угрозы, не исключено, что данный кризис был инициирован накопившимися внутренними проблемами системы гос.управления региона и осуществлен по средствам внешних корректирующих воздействий со стороны Федерации, соединенных с реализацией управления точечными внутрисистемными реализациями;

- уровень жизнедеятельности социально-экономического сектора региона характеризуется как «*нормальный*» ($LSE = 0,85 < 0,86...0,96 < 0,99$), изменения в социально-экономической сфере аналогичны изменениям в экономической сфере, график LSE практически повторяет график LAE с динамикой изменения в пределах не более 6-8%, что практически не влияет на динамику изменений в экономической и социально-экономической сферах, т.е. фактически имеем систему

гос.управления в двух сферах по схеме «воздействие-отклик», характеризующуюся **быстрым реагированием** на изменение институциональных условий.

Уровень экономической жизнедеятельности населения Владимирской области за период 2002-2018 гг. оцениваем как «*нормально-предкризисный*» ($GEP = 0,83...0,86$), то есть характерно состояние, при котором угрозы жизнедеятельности населения приобретают актуальность, что требует учета при принятии решений в гос.управлении регионом и в случае бездействия в направлении нейтрализации и ликвидации угроз экономической жизнедеятельности в социально-экономической сфере и может возникнуть серьезная опасность развития дестабилизирующих факторов и процессов, что может в ближайшем будущем привести к ухудшению общей экономической ситуации в регионе, спровоцировать недоверие к органам власти, что повлияет на устойчивость системы гос.управления и МСУ региона.

Проводя анализ графиков уровней жизнедеятельности экономики региона можно выделить **принцип «подков»** (рис.1), график уровня жизнедеятельности населения располагается ниже графика уровня жизнедеятельности развития экономики региона при выпуклости первого, образуя «подковы», и график уровня экономической жизнедеятельности населения располагается условно снаружи графика уровня жизнедеятельности экономики региона при вогнутости первого, т.е. при изменении динамики экономических процессов, происходящих в регионе наблюдается следующее:

- при наличии положительных изменений в экономике региона (увеличение LAE, LSE) – с **минимальной временной задержкой** улучшается экономическое положение населения (повышение GEP(+)) время задержки реакции региональной экономики);

- при ухудшении экономической ситуации в регионе (уменьшение значений LAE, LSE) – заблаговременно ухудшается экономическое положение населения (уменьшение GEP(–) время задержки реакции региональной экономики), при чем выявлена следующая закономерность времени реакции системы: $T(GEP(+)) < T(GEP(-))$, т.е. время реагирования системы на положительные изменения меньше, чем на отрицательные изменения. Реакция социальной системы по схеме «воздействие-отклик» быстрее происходит при

положительных изменениях в экономике, чем при отрицательных в пределах 10-15% по скорости экономических изменений.

Таким образом, можно сделать предположение, что показатель **GEP – уровень экономической жизнедеятельности населения является приоритетным показателем при анализе и характеристике качества уровня управления регионом и анализе экономических процессов, протекающих в регионе, также при принятии стратегических кадровых решений в регионе органами государственной власти Российской Федерации.**

Аналогичным образом ретроспективно анализируем ситуацию в Рязанской и Ивановской областях.

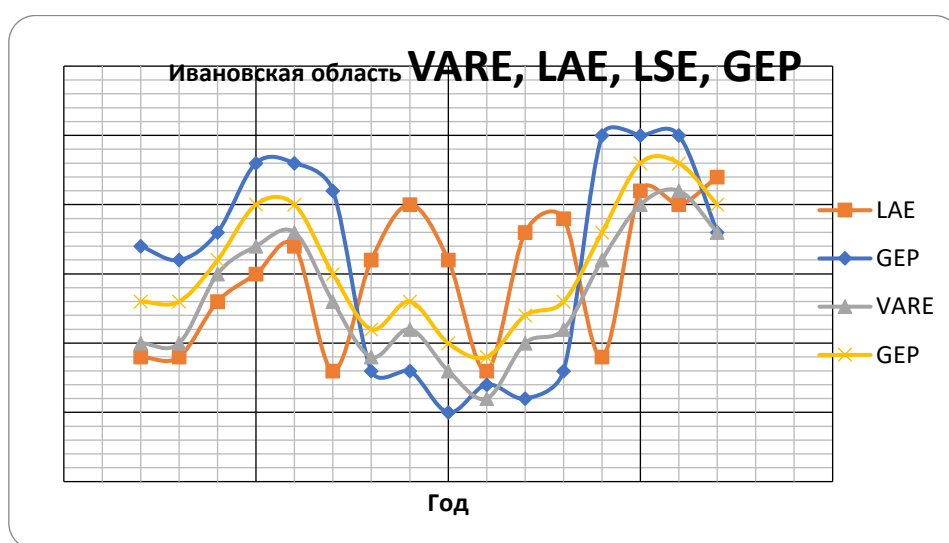


Рис. 2. График уровней жизнедеятельности системы объекта экономики, региональной экономики и уровня экономической жизнедеятельности населения Ивановской области за период 2002-18 г.г.
Источник: подготовлено автором

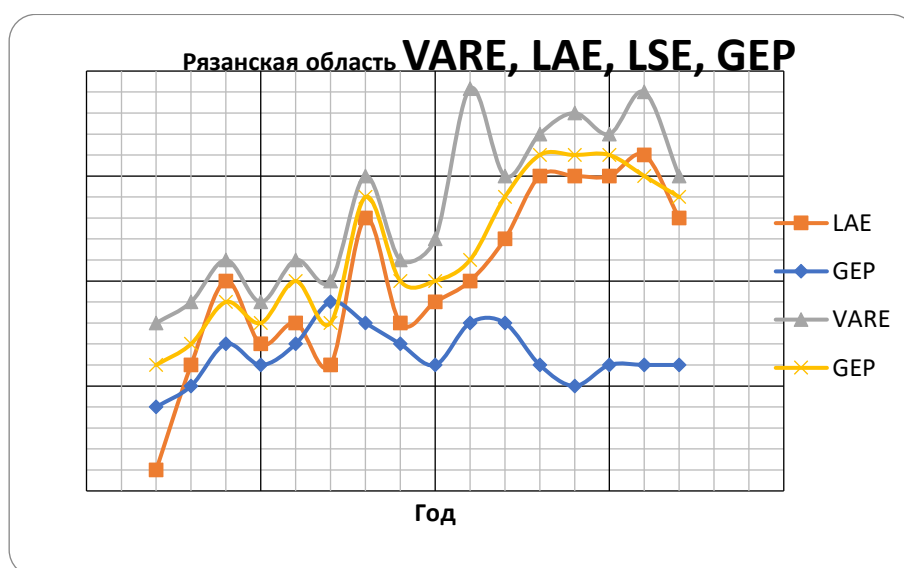


Рис. 3. График уровней жизнедеятельности системы объекта экономики, региональной экономики и уровня экономической жизнедеятельности населения Рязанской области за период 2002-18 г.г.
Источник: подготовлено автором.

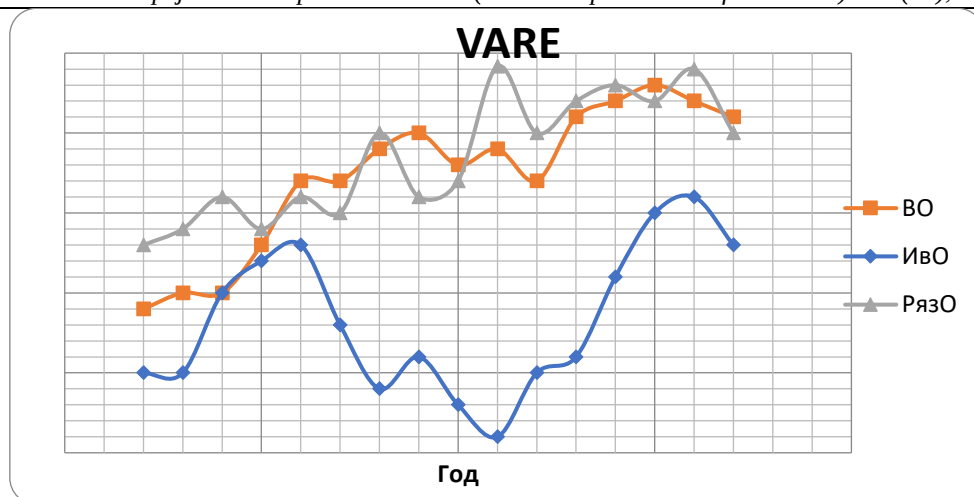


Рис. 4. График уровня жизнедеятельности системы объекта экономики Владимирской, Ивановской, Рязанской областей за период 2002-18 г.г.
Источник: подготовлено автором.

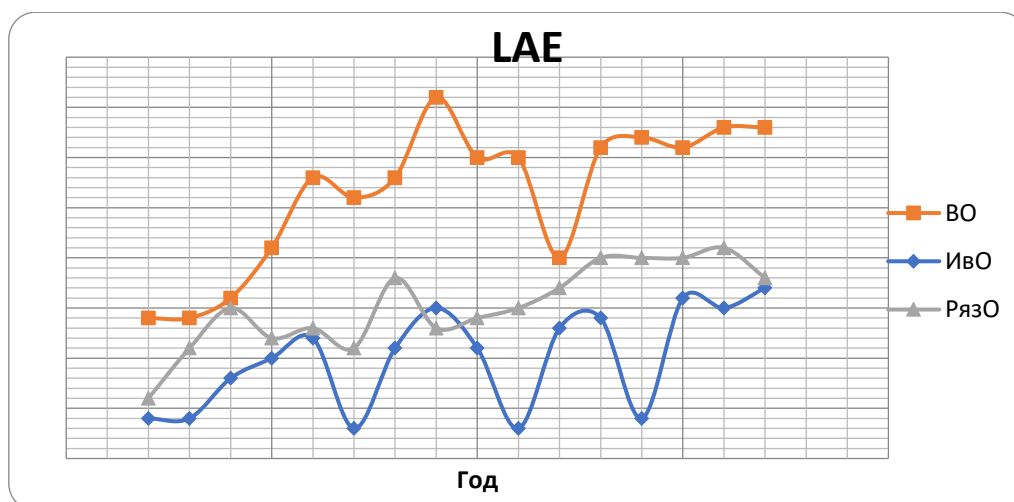


Рис. 5. График уровня жизнедеятельности развития экономики региона Владимирской, Ивановской, Рязанской областей за период 2002-18 г.г.
Источник: подготовлено авторами.

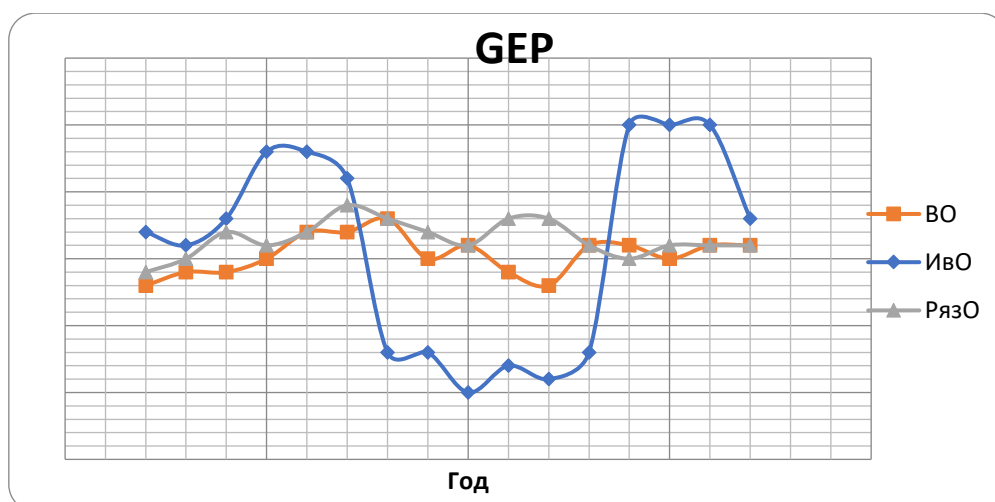


Рис. 6. График уровня экономической жизнедеятельности населения Владимирской, Ивановской, Рязанской областей за период 2002-18 г.г.
Источник: подготовлено автором.

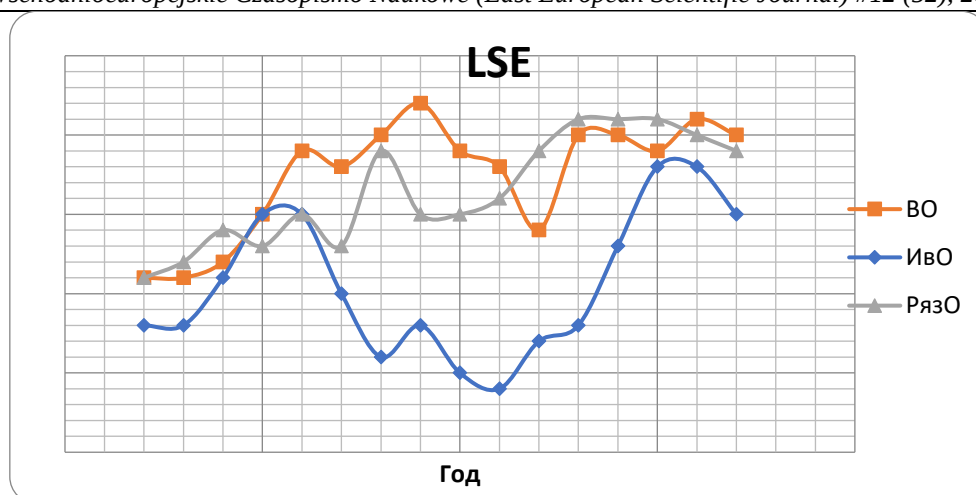


Рис. 7. График уровня жизнедеятельности социально-экономического сектора Владимирской, Ивановской, Рязанской областей за период 2002-18 г.г.
Источник: подготовлено автором.

Подводя итог анализа и первичной апробации модели на примере Владимирской, Ивановской и Рязанской областей авторами предложен алгоритм динамической стабилизации системы региональной экономики (7)

Шаг 1. Введем функцию Ляпунова вида (12), где V_k определены в (13).

Шаг 2. Вычислим производную по времени вдоль траектории системы региональной экономики (22).

Шаг 3. Запишем производную функции Ляпунова $V(x(t))$ с учетом матриц P_k и S , удовлетворяющих условиям теоремы и условию при котором функция Ляпунова удовлетворяет значению: $0,5 \leq V(x(t)) \leq V(x(0)) \leq 1$.

Шаг 4. Для проведения анализа устойчивости системы разобьем производную на три части

$$\dot{V}(x(t)) = W_1(x, z) + W_2(x, z) + W_3(x, z).$$

Шаг 5. С учетом предположения (8) и соотношения (4) получим оценку для

$$W_1(x, z) = \sum_{k=1}^m a_k \cdot x^*(t) (P_k + S) x(t).$$

Шаг 6. Проверяем знак производной функции Ляпунова $V'(x(t))$ с учетом выполнения соотношений (23) и (24);

$$V'(x(t)) \leq \sum_{k=1}^m a_k \cdot x^*(t) (P_k + S) x(t) + W_2(x, z) + W_3(x, z).$$

Шаг 7. Для проведения анализа жизнедеятельности системы проверяем значение показателя $W_4(x(t))$ с учетом выражения (35) и проводим сравнение с пороговыми значениями показателя, представленными в таблице 2

Шаг 8. Если производная функции Ляпунова $V'(x(t)) < 0$, то система (7) устойчива, а также если $0,51 \leq W_4(x(t)) \leq W_4(x(0)) \leq 1$, то система обладает нормативным уровнем жизнедеятельности, в

противном случае перейти к шагу 3 и 7 соответственно, вводя корректирующие меры по изменению входных условий и функций структуры региональной экономики. Так же следует отметить, что при введении корректирующих мер имеем возможность производить настройку параметров чувствительности динамической системы региональной экономики как в тестовом, так и в аварийных режимах функционирования.

В рамках настоящего исследования показаны принципиальные основы синтезирования модели взаимовлияния социальной, экономической, технологической и иных систем региональной экономики, позволяющие формировать оптимальные входные параметры рассматриваемой системы относительно заданных требований к обеспечению жизнедеятельности личности, общества, государства. Установлены достаточные условия устойчивости и стабилизации экономических систем с помощью метода линейных матричных неравенств и метода неквадратичных векторных функций Ляпунова, а также условия устойчивости расширяют область применений по сравнению с полученными ранее условиями, описанными в литературе. Предложенный алгоритм стабилизации управляемой системы может быть использован для стабилизации развития сложных экономических систем, как на уровне отдельного хозяйствующего субъекта, территории, так и на уровне государства.

Библиографический список

1. Лащева Т.О. Формирование и активизация полюсов экономического развития в регионе / Дис. ... кандидата экон. наук. - Санкт-Петербург, 2008.
- Управление региональной экономикой / Г.В.Гутман, А.А.Мироedов, С.В.Федин; Под ред. Г.В.Гутман. - М: Финансы и статистика, 2001.
- Федоренко Н.П. О целях и стратегии социально-экономического развития России / Экономика и математические методы. -. 2003. - Т.39., № - 2

Федорова Т.А. Регион в системе единого народнохозяйственного комплекса. — Л.: Изд-во ЛГУ, 1981

Алаев А.Б. Социально-экономическая география: Понятийно терминологический словарь. М.: Мысль, 1983.

Региональное воспроизводство в системе социалистических производственных отношений. - Л.: Издательство ЛГУ, 1984.

Дроздова Н.П. Неинституциональная концепция экономической истории России: постановка вопроса//Экономическая теория на пороге XXI века. - М., 1998.

Основные положения региональной политики в Российской Федерации. Утверждены Указом Президента РФ от 3 июня 1996 г. № 803. - М., 1996

Римашевская Н. М. О проблеме преодоления бедности и неравенства.// Экономическая наука современной России.-2005.-№3.; Управление качеством жизни/Под редакцией члена-корреспондента РАН В.В. Окрепилова. - СПб.: Издательство Санкт-Петербургской академии управления и экономики, 2006.

Мироедов А.А. Совершенствование управления региональной экономикой на базе новой концепции его информационного обеспечения / Автореферат дис. . доктора экон. наук. - Иваново, 2007.

Федоренко Н.П. Проблемы бедности и богатства в современной России.// Экономическая наука современной России.-2005.-№3.

Стратегический анализ социально-экономического развития региона: принципы, основные направления, проблемы /Под ред. В.А.Гнево, В.Е.Рохчина. - СПб.: ИРЭ РАН, ИУЭ, 2004.

Когут А.Е., Рохчин В.Е. Информационные основы регионального социальноэкономического мониторинга.- СПб.: ИСЭП РАН, 1995.

Богданов И.Я. Экономическая жизнедеятельность России: теория и практика. - М.: ИСПИ РАН, 2001. - С. 27, 39.

Шестаков А.А. Обобщенный прямой метод Ляпунова для систем, с распределенными параметрами. М. : УРСС. 2007.

Дружинина О.В., Масина.О.Н. Методы - исследования устойчивости и управляемости нечетких и стохастических динамических систем. М.: ВЦ РАН. 2009.

Дружинина О.В., Петрова С.Н. Метод функций Ляпунова для неквадратичной стабилизации управляемых систем// Информационно-измерительные и управляющие системы. 2012. Т. 10. № 6. С. 40-47.

Петрова С.Н., Дружинина О.В. Синтез и стабилизация нечетких систем управления с помощью параметризованных линейных матричных неравенств // Труд. Института системного анализа РАН. Динамик неоднородных систем. 2010. Т. 49(1). С. 57-61.

References

1. Lashcheva T. O. Formation and activation of poles of economic development in the region... Candidate ekon. Sciences. - St. Petersburg, 2008.

2. Regional Economy Management/G.W.Gutman, A.A.Miroedov, S.V.Fedin; Ed. G.W.Gutman - M: Finance and Statistics, 2001.

3.Fedoenko N.P. On Goals and Strategies of Social and Economic Development of Russia/Economics and Mathematical Methods. -. 2003. - T.39., No. - 2

4. Fedorov T.A. Region in the System of the Unified National Economic Complex. - L.: Russian State University, 1981

5. Alayev A.B. Socio-economic geography: Conceptual terminology dictionary. M.: Thought, 1983.

6. Regional reproduction in the system of socialist industrial relations. - L.: Publishing House of LSU, 1984.

7. Drozdova N.P. Neo-Institutional Concept of Economic History of Russia: Raising the Question//Economic Theory on the Threshold of the XXI Century. - М., 1998.

8. Basic provisions of regional policy in the Russian Federation. Approved by Decree of the President of the Russian Federation of June 3, 1996 № 803. - М., 1996

9. Rimashevsky N. M. On the Problem of Overcoming Poverty and Inequality.//Economic Science of Modern Russia. Quality of Life Management/Edited by Russian Academy of Sciences Correspondent Member V.V. Okrepilov. - SPb.: Publishing House of the St. Petersburg Academy of Management and Economics, 2006.

10. Miroedov A.A. Improvement of regional economy management on the basis of the new concept of its information support/Autoreferat dis. Dr. ekon. Sciences. - Ivanovo, 2007.

11. Fedoenko N.P. Problems of poverty and wealth in modern Russia.//Economic science of modern Russia. -2005.- № 3.

12.Strategic analysis of socio-economic development of the region: principles, main directions, problems/Under ed. V.A.Gneko, V.E.Rohchina. - SPb.: IRE RAS, IUE, 2004.

13. Kogut A.E., Rohchin V.E. Information basis of regional socio-economic monitoring. - SPb.: ISEP RAS, 1995.

14.Bogdanov I.J. Economic activity of Russia: theory and practice. - Moscow: ISPI RAS, 2001. - P 27, 39.

15. Shestakov A.A. Generalized direct method of Lyapunov for systems with distributed parameters. M.: URSS. 2007.

16. Druzhinina O.V., Masina. O.H. Methods - studies of stability and controllability of fuzzy and stochastic dynamic systems. MOSCOW: VTS RAS. 2009.

17. Duzhinin O.V., Petrov S.N. Method of Lyapunov functions for non-square stabilization of controlled systems//Information-measuring and control systems. 2012. Т. 10. No. 6. Page 40-47.

18.Petrova S.N., Druzhinin O.V. Synthesis and stabilization of fuzzy control systems using parameterized linear matrix inequalities//Labor. Institute of System Analysis of RAS. Speaker of heterogeneous systems. 2010. Т. 49(1). Page 57-61.