

и порядок проведения. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1996. – 23 с.

4. Постановление Правительства Российской Федерации от 16.11.2020 № 1848 «Об утверждении Правил выплаты вознаграждения за служебные изобретения, служебные полезные модели, служебные промышленные образцы». – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202011190009> (дата обращения 20.09.2021).

5. Федеральный закон от 29.12.2012 № 213-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/) (дата обращения 20.09.2021).

---

**Лангер Н.Н.**

### **Структурная устойчивость Арктики как экономической территориальной экосистемы**

**Аннотация:** Рассмотрены методы анализа структурной устойчивости, противодействующих процессов в Арктике в разрезе энергетической, социально-культурной и экономической устойчивости системы на основе российских и зарубежных исследований. Выявлено, что глобально структурная устойчивость Арктики должна удовлетворять нужды текущих и будущих поколений в среде растущих угроз. Отмечена важность доступности ресурсов экологически безопасными технологиями, встраивания критерия роста адаптивности и самоорганизации Арктики в проекты разного уровня.

**Ключевые слова:** глобальная структурная устойчивость, самоорганизация Арктики, адаптивность, энергетическая устойчивость, синергетические эффекты, арктические кластеры, полярный индекс, безопасность, управление критическими повреждениями арктической системы, эконополярные услуги

В условиях резкого усложнения внешней среды растет глобальное и национальное значение Арктики. Кумполярные и некумполярные страны активно разрабатывают новые арктические

программы освоения или доступа к арктическим ресурсам, растет число желающих передела Арктики. Отсутствие четкого административно-территориального статуса Арктики ведет к утрате равновесия, потенциала развития и самосохранения системы (ресурсная база, комплексные ожидания выгод, синергетические эффекты). Арктика становится объектом воздействия разнонаправленных сил внешней среды [1]. По закону равновесия Ле Шателье [2] для систем равновесия, сохраняющих свое строение (структуру) в среде, важно сохранить структурную устойчивость макрорегиона путем управления процессами, направленными на противодействие этому изменению.

Структурная устойчивость базируется на потенциале устойчивого развития глобального, межрегионального и национального пространств, а также отраслевом, кластерном, корпоративном уровне и микроуровне (объектном, проектном). Арктика как структура способна наращивать потенциал защищенности, прогрессировать и трансформировать мировое пространство с учетом роста потребности на энергоносители. Укрепление структурной устойчивости ограничено противоречием – непрерывной добычей ресурсов и сохранением биоразнообразия и качества окружающей среды. На практике структурная устойчивость зависит не только от ее компонентов и концентрата активностей в них, но и от способа их сочетания и характера их организационной связи. Полагаем, что структурную устойчивость Арктики можно выразить количественно через критерии: 1) оценка конструкции арктической системы относительно приспособленности к окружающей среде (динамическая устойчивость к вызовам среды во времени), 2) уровень самосохранения, выживания Арктики (саморазвития) через оценку дельты изменения потенциала созидания и потенциала саморазрушения. В итоге целесообразно вывести критерии суммарной устойчивости Арктики с учетом того, что суммарная структурная устойчивость целого определяется наименьшей его частичной устойчивостью. Тем не менее, следует учитывать и математические подходы к фундаментальному свойству динамической системы – на качественное поведение траекторий не влияют малые возмущения внешней среды. Методологически полагаем целесообразным обозначить качественные свойства

структуры Арктики за неподвижные точки и определить их периодические орбиты через системы обыкновенных дифференциальных уравнений, векторных полей, варианты событий, систему целей развития, алгоритм сигнальных графов и другие методики расчета. Типичная динамика может быть очень сложной для анализа ввиду разного статуса входящих в нее девяти территорий и отсутствия четкой внутринациональной границы, единой администрации, централизованного стратегического планирования и контроля над исполнением принятых решений.

Глобальная структурная устойчивость Арктики должна позволить будущим поколениям удовлетворять их собственные нужды в среде растущих угроз. В 1997 г. 152 страны подписали Конвенцию ООН по морскому праву. «Концепция триединого итога» (как баланс экономической, социальной и экологической составляющих) требует внедрение новых технологий, доступ к которым РФ ограничен. РФ наращивает гуманитарный потенциал, технологии безопасности и выживаемости в АЗ РФ [3]. Полагаем, что структурная устойчивость базируется на потенциале устойчивого развития глобального, межрегионального и национального пространств, а также отраслевым, кластерным, корпоративном уровне и микроуровне (объектном, проектном).

Анализ уровня национального, регионального и проектного устойчивого развития в Арктике выполнен в 2018 году «ОПОРА» и МГУ в формате исследования «Полярный индекс. Компании» (ПАО «Лукойл», ПАО «Сибур Холдинг», ПАО «ГМК «Норильский никель», ПАО «Роснефть» и ПАО «АК «Алроса»)) на базе двух рейтингов устойчивого развития (рейтинг регионов АЗ РФ и рейтинг градообразующих и регионообразующих компаний). Эти компании инициативно и в рамках нацпроектов создают инфраструктуру в рамках жестких экологических норм. Так, реконструкция производства «Норникель» на 30% снижен выброс оксида серы в Норильске. Новый завод по улавливанию выбросов углекислого газа (Надеждинский металлургический завод) и реконструкция серного производства на Медном заводе снизят выбросы к 2023 г. на 75% от уровня 2015 г. Второй рейтинг проекта «Полярный индекс. Регионы» выявил регионы – лидеры АЗ РФ (Мурманская и Архангельская область, РС). Отметим новые тенденции в АЗ РФ.

1. Рост уровня проектной устойчивости в рамках кластерного под хода (лесопромышленный и арктический рыбопромышленный кластеры). Города-проекты становятся центрами новых технологических кластеров благодаря цифровизации страны. (Северодвинск – центр атомного судостроения, Мирный – центр космической отрасли). Также развивается проект приоритетного топлива – сжиженного природного газа.

2. Уникальная способность Арктики к самоорганизации и саморазвитию теряет способность противостояния тенденциям, разрушающим ее как систему, поскольку ряд ее элементов (экология, таяние льдов) обладают наименьшей устойчивостью.

3. Арктика усложняется технологически: единая экосистема распадается, появляются структурно самостоятельные бизнес-полигоны, растет гуманитарность проектов (очистка от мусора, сохранение культуры коренных народов).

Выявление причин упадка АЗ и точные расчеты доступности ресурсов экологически безопасными технологиями позволят встраивать критерии роста адаптивности и самоорганизации Арктики в проекты разного уровня. Также, следуя логике интеграционного подхода, на базе двух вышеназванных исследований индекса структурной устойчивости целесообразно ежегодно мониторить индекс социального благополучия, индекс устойчивости, экологической устойчивости АЗ РФ относительно арктических регионов других стран. Эти индексы комплексной устойчивости определяют текущие и будущие «узкие» места рынка.

Полагаем, что в основе закона самоорганизации системы лежит дуализм развития и второй закон термодинамики. Арктика как структура наращивает потенциал защищенности, прогрессирует и благоприятно трансформирует мировое пространство с учетом роста потребности на энергоносители (например, «Северный поток-2»). Формируются конкурирующие отраслевые кластеры, способные демонтировать текущую структуру арктического макрорегиона или дать ему мощный технологический толчок развития. Комплекс ожиданий прорыва может вступить в конфликт с целями Арктического Совета в части комплексной безопасности.

Отмечая основные проблемы (энергобезопасность, доступность энергии и экологическая устойчивость), Мировой Энергетический Совет ужесточил требования к бизнесу даже в условиях климата и

инфраструктурной изоляции. Важно провести индикативный анализ стратегических ориентиров для разработки национальных перечней оценки текущего уровня безопасности и прогноза перспективного уровня энергобезопасности стран. Так, Институт мировой энергетики в США на 1-ое место по уровню энергобезопасности поставил Норвегию. Среди 29 параметров: соотношение импорта нефти, газа и угля с их потреблением в стране, безопасность и разнообразие источников энергии, соотношение расходов на импорт энергоносителей с ВВП, цены на нефть и электроэнергию, потребление энергии в целом и на душу населения и потребление энергии транспортом страны. На втором месте находятся США, а РФ занимает 12-е место.

В 2014 году Мировой энергетический совет WET (World Energy Trilemma) при оценке энергетической безопасности по 6 параметрам поставил РФ на 2-ое место после Канады благодаря большим стратегическим запасам нефти и газа, доступности энергии потребителям, способности стран обеспечивать устойчивую энергетику через диверсификацию источников энергии. Среди индикаторов такого анализа: 1) отношение производства энергии к его потреблению, 2) диверсификация источников генерации электроэнергии, 3) потери в сетях (% от генерации электроэнергии в РФ выше, чем в Канаде), 4) среднегодовые темпы роста отношения энергопотребления к ВВП за пять лет, 5) запасов нефти и нефтепродуктов и т.д. Однако по новой методике расчета индекса в 2021 году способность РФ обеспечивать устойчивую энергетику определена уже на 29 месте из 108 стран с показателем 73,8, несмотря на то, что энергоресурсы составляют 2/3 объема экспорта РФ. В основе такого решения определены три базовых критерия: 1) энергетическая безопасность (эффективность управления внутренними и внешними источниками энергии, надежность и устойчивость энергетической инфраструктуры); 2) энергетическая справедливость (доступ к электричеству и чистому топливу, технологиям); 3) экологическая устойчивость энергосистем.

Ценнейшее исследование «Центра энергетики Московской школы управления «СКОЛКОВО» в 2020 году по оценке первого критерия WET -энергетической безопасности РФ по 10 -122 критериям выявило четкую ориентированность стран

циркумполярного мира на мощный рост энергоэффективности и самообеспечение энергоресурсами, их доступность по приемлемым ценам. Диверсификация, четкость поставок энергоресурсов с сохранением экологии – основа арктических стратегий.

Для повышения структурной устойчивости российской АЗ важно учитывать опыт конкурирующих стран. Приоритеты Финляндии – атомная энергетика, СПГ, чистые технологии, Норвегии – разумное потребление, экологические проекты, Канады – жесткое лицензирование и инфраструктура, Швеции – биотехнологии и экономика без нефтяной зависимости. Дания переходит к 2050 году на возобновляемые источники энергии. Исландия имеет до 99,99% возобновляемых источников энергии.

### **Энергетическая устойчивость Арктики**

При разработке методологии управления АЗ РФ важно применять комплексный подход (энергетическая безопасность, энергетическая устойчивость и экологическая безопасность в качестве трех базовых параметров) на всех стадиях ПЖЦ проекта. При стремлении каждого параметра системы к росту структурная устойчивость системы стремится к максимуму. При максимальной эффективности взаимосвязей трех базовых параметров и функциональная устойчивость системы стремится к максимуму.

Важно учесть опыт международных прогностических организаций, использующих собственные интегрированные показатели для расчетов. Так, ООН при оценке эколого-экономической устойчивости систем опирается на экологически чистый адаптированный ЧВП (рассчитывается на основе стоимостной оценки истощения природных ресурсов и стоимостной оценки экологического ущерба). ВБ берет за основу показатель устойчивого социально-экономического развития «Истинные накопления» (GS) на основе 4 параметров (величину чистых внутренних сбережений (NDS), чистые внутренние сбережения (EDE), величину истощения природных ресурсов (DRNR) и величину ущерба от окружающей среды (DME)). ЕК использует «Индекс ущерба для здоровья населения от загрязнения окружающей среды». ВФДП рассчитывает общую устойчивость на основе индикаторов – «здоровье населения» и «экологический след». Йельский университет (США) определяет индекс социально-

экологической устойчивости по 5 основным группам показателей: 1) состояние окружающей среды; 2) уменьшение воздействия на экологические ресурсы; 3) уменьшение уязвимости человека; 4) социально-институциональный ответ на экологические вызовы и 5) возможности глобального контроля над экологией страны.

Проведенный анализ критериев для оценки устойчивости систем выявил десятки важных критериев, включая экологические индикаторы: площадь заповедных территорий (%), потребление энергии, темпы восстановления лесов в год, площадь земель, объемы опасных отходов, концентрация загрязняющих веществ окружающей среды, влияние загрязнения на здоровье людей, состояние флоры и фауны, объем запасов природных ресурсов, использование минеральных удобрений. Несомненно, данные экологические индикаторы чрезвычайно важны, ведь они напрямую позволяют оценить состояние окружающей среды на основе комплексного подхода, с учетом ПЖЦ системы.

### **Социально-культурная устойчивость Арктики**

Для оценки социальной устойчивости ООН исследует структуру производства и потребления, уровень образования, утилизацию отходов и транспорт. ООН и ОЭСР используют социальные индикаторы реакции, жизнедеятельности человека: объемы отходов на душу населения, использование транспорта, расходы на сбор и обработку отходов, природоохранные налоги, структуру ценообразования, затраты на охрану окружающей среды, доля рынка экопродукции, уровень переработки отходов. ВБ определяет политико-институциональную устойчивость экономических территориальных систем на базе долга в ВВП и уровня инфляции на основе показателей эмиссии парниковых газов и концентрации приоритетных загрязняющих воздух веществ на городских территориях. Полагаем, что ключевой критерий социальной устойчивости Арктики – справедливое распределение благ в стабильной среде развития общественных отношений.

### **Экономическая устойчивость Арктики**

Экономическую устойчивость ООН рассчитывает на основе временных параметров и индексов влияния на человеческое благосостояние. Экономическая структура включает три блока: 1)

экономика (ВВП на душу населения, доля инвестиций, % ВВП), 2) торговля (торговый баланс в товарах и услугах); 3) финансы (доля долга, % ВВП, получение или предоставление помощи, % ВВП). ОСЭР выделяет три приоритетных индикатора: 1) ВВП на душу населения, 2) индекс развития человеческого потенциала, 3) затраты на очистку сточных вод. ВБ использует три критерия: 1) ВВП на душу населения, 2) доля инвестиций в ВВП, 3) производительность труда. Таким образом, уровень экономической устойчивости развития включает экономическую, социально-культурную, политико-институциональную и экологическую устойчивость.

В целом, вышеназванные критерии оценки устойчивости Арктики как системы позволяют определить динамику потенциала экономики, внешней среды, населения и социальных отношений, выработать единые подходы к принятию решений на основе учета наиболее эффективных реакций системы для сохранения, прогресса, самосохранения и эволюции физической, социальной, политической, экологической, биологической и интеллектуальной целостности Арктики. Подпрограмма «Формирование опорных зон, создание условий для ускоренного социально-экономического развития региона» (раздача арктических гектаров, механизм ускоренной амортизации ОС, инвестиционный налоговый вычет) призваны усилить инвестиционную активность и уровень заселенности АЗ РФ. Также прогнозируем, что добыча ресурсов и магистральная логистика в Арктике для РФ станет более технологически затратной и сложной. Реализацию «Плана развития инфраструктуры СМП до 2035 г.» усложняют многие вызовы. Среди них: высокая энергоемкость и низкая эффективность добычи ресурсов, издержки арктического производства, неразвитость энергосистемы, нерациональная структура генерирующих мощностей, высокая себестоимость генерации и транспортировки электроэнергии и неготовность к переходу на инновационный путь развития АЗ РФ. Тем не менее, нацпроекты и программы призваны обеспечить рост устойчивости АЗ («Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 г.» имеет бюджет проекта «СМП» 587,5 млрд. руб., прогноз роста перевозок – до 80 млн. т. к 2024 г.).

Отметим, что на устойчивость Арктики влияет и регресс мирового развития вследствие климатических катастроф и



пандемии COVID-19, изменивших структуру глобальной экономики. Диверсификация энергетических источников, сохранность структуры добычи и доставки энергии, ликвидация бедности и голода, борьба с изменением климата идут наряду с закреплением новых технологических компетенций и политических ролей за странами. Передел мира через новую систему лицензий трансформирует Арктику в закрытый клуб (кластер) отдельных ресурсных корпораций. Комплексные государственные экополярные услуги не доступны в необходимом для сохранения экосистемы Арктики объеме. Глобальная система управления в формате Арктического Совета фрагментирована, подвержена конфликтам участников и их союзников, отсутствует глобальная система сбора информации о критических повреждениях Арктики как экосистемы и энергосистемы.

Таким образом, укрепление структурной устойчивости в АЗ РФ ограничена противоречием – непрерывной добычей ресурсов и сохранением биоразнообразия и качества окружающей среды. Необходимы единые критерии оценки структурной устойчивости арктической системы, усиление фундаментальных знаний об Арктике для прогнозирования, разработки комплексной системы коллективной безопасности и глобальной базы арктических технологий. Структурная устойчивость АЗ РФ зависит от структурной устойчивости всей Арктики, ответственного глобального арктического управления и новых экологически безопасных технологических прорывов.

#### Литература:

1. *Komkov N.I., Bondareva N.N.* Management of Technological Component in Development Programs of the Russian Arctic Zone / International Scientific Conference "Digital Transformation on Manufacturing, Infrastructure and Service" (21-22 November 2019 St. Petersburg). – URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/940/1/012118> (дата обращения 10.10.2021).
2. *Гиббс Дж.В.* Термодинамика. Статистическая механика. – М.: Наука, 1982. – 584 с.
3. Основы государственной политики РФ в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу, утвержденные Президентом РФ от 18 сентября 2008 №Пр-1969. – URL:

**Авдеева З.К., Коврига С.В.**

### **Прогнозирование целевых показателей в нестационарных процессах, движимое когнитивным моделированием ситуаций**

**Аннотация:** В работе представлен подход к прогнозированию целевых показателей в нестационарных процессах, направленный на повышение ценности прогноза за счет построения и корректировки конкурирующих моделей на основе временных рядов в режимах цифрового мониторинга и ситуационного мониторинга. В режиме мониторинга ситуации корректирующие сигналы, отражающие значимые изменения внешней среды, формируются в результате когнитивного моделирования ситуации с использованием информации из разнородных источников.

**Ключевые слова:** нестационарные процессы, прогнозирование, временные ряды, мониторинг, когнитивное моделирование ситуаций

В настоящее время наблюдается бурный рост технологических и информационно-аналитических инструментов в области интеллектуального анализа данных для решения практических задач анализа и прогнозирования в различных сферах жизни общества (будь то экономическое и социально-политическое прогнозирование, прогнозирование товарных рынков, финансовое прогнозирование, прогнозирование изменений окружающей среды и др.). Накопление больших исторических данных способствует росту предложений по моделям и методам анализа и прогнозирования временных рядов. Являясь востребованным прогностическим инструментом работы с большими массивами данных, отражающих закономерности поведения исследуемых процессов, они используются для формирования прогнозов целевых показателей на различных временных горизонтах для принятия решений.

Однако, возможностей этих моделей и методов недостаточно для прогнозирования развития ситуации в условиях