

Автономная некоммерческая организация «Международный институт  
Питирима Сорокина – Николая Кондратьева»

(АНО «МИСК»)

УДК 338.26/.28; 339.97

Рег. № НИОКТРАААА-А20-120111690040-9

Рег. № ИКРБС

УТВЕРЖДАЮ

Президент АНО «МИСК»,  
д-р экон. наук, профессор

\_\_\_\_\_ Ю.В. Яковец

«14» декабря 2020 г.

ОТЧЕТ  
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

Формирование научно-методических основ долгосрочного прогнозирования  
экономического развития Евразийского экономического союза до 2035 года  
по теме:

АНАЛИЗ ТЕОРИИ И СОВРЕМЕННЫХ ПРАКТИК ДОЛГОСРОЧНОГО  
ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО  
РАЗВИТИЯ

(промежуточный, этап 1)

Книга 2  
Сборник приложений

Руководитель НИР,  
директор АНО «МИСК»,  
д-р экон. наук, профессор

\_\_\_\_\_ А.И. Агеев  
«14» декабря 2020 г.

Москва 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	249
Ведущие универсальные банки развития .....	249
ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....	251
Справка о плане внедрения ИТ в медицинский сектор США .....	251
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	267
Справка о федеральных ведомствах США, размещающих заказы в рамках Федеральной контрактной системы США, типах, целях и группах государственных контрактов, институтах государственного представителя по заключению (размещению) и государственного представителя в рамках Федеральной контрактной системы США .....	267
ПРИЛОЖЕНИЕ Г .....	276
Типы государственных и квазигосударственных институтов, осуществляющих поддержку прикладных инноваций .....	276
ПРИЛОЖЕНИЕ Д .....	278
Список 14 институтов США, отвечающих за инновационное развитие.....	278
ПРИЛОЖЕНИЕ Е .....	279
Цифровая стратегия 2025 Германии .....	279
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж .....	291
Справка о концепции пространственного развития Японии.....	291
ПРИЛОЖЕНИЕ И .....	297
Справка о программе «Энергосистема для прекрасного Китая» .....	297
ПРИЛОЖЕНИЕ К .....	303
Методы прогнозирования.....	303
ПРИЛОЖЕНИЕ Л .....	378
Проект матрицы распространения и диффузии технологических цепочек и совокупностей нового ТУ в медицинском секторе .....	378
ПРИЛОЖЕНИЕ М .....	381
Перечень первичных статистических данных, используемых для отслеживания распространения и диффузии технологических цепочек и совокупностей нового ТУ, помимо детализированных данных по ОКВЭД2 и ОКПД2.....	381
ПРИЛОЖЕНИЕ Н .....	384
Структурно-логическая схема методики формирования сценариев развития международной обстановки .....	384
ПРИЛОЖЕНИЕ П .....	385
Справка о лингвистическом кластерном анализе СМИ по проблематике стратегического прогнозирования и планирования в ЕАЭС.....	385
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	406

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**Ведущие универсальные банки развития<sup>1</sup>**

№ п/п	Название многостороннего банка развития	Год образования	Штаб-квартира	Количество региональных членов	Количество нерегиональных членов	Цель деятельности
1	Азиатский банк развития	1966 г.	Маниле (Филиппины)	48	19	Стимулирование роста экономики Азии и Дальнего Востока за счет направления прямых займов и оказания технического содействия
2	Африканский банк развития	1964 г.	Абиджан (Кот-Д'Ивуар)	53	25	Способствование экономического развития африканского континента за счет предоставления финансовых ресурсов
3	Евразийский банк развития	2006 г.	Алматы (Казахстан)	6		Содействие развитию рыночной экономики государств – участников банка, их экономическому росту и расширению торгово-экономических связей между ними путем осуществления инвестиционной деятельности
4	Европейский банк реконструкции и развития	1991 г.	Лондон (Великобритания)	61		Инвестиционный механизм для поддержки рыночной экономики и демократии в 34 странах
5	Европейский инвестиционный банк	1958 г.	Люксембург	28		Финансирование развития отсталых европейских регионов в форме долгосрочных кредитов
6	Исламский банк развития	1973	Джидде (Саудовская Аравия)	56		Участие путём финансирования проектов экономического и социального развития в странах – членах
7	Карибский банк развития	1969	Бриджтаун (Барбадос)	35		Содействие экономическому развитию стран Карибского бассейна, экономическому сотрудничеству и интеграции между ними, стимулирование создания рынка капиталов в регионе

<sup>1</sup> Составлено авторами

8	Межамериканский банк развития	1959 г.	Нью-Йорк (США)	48		Финансовая поддержка экономики стран Латинской Америки и Карибского бассейна
9	Международный банк реконструкции и развития	1944 г.	Вашингтон (США)	181		Оказание помощи в реконструкции и развитии экономик стран-членов
10	Международный инвестиционный банк	1970 г.	Москва (Россия)	8		Содействие развитию и углублению взаимного экономического сотрудничества, первоначально, социалистических стран
11	Северный инвестиционный банк	1976 г.	Хельсинки (Финляндия)	8		Финансирует проекты, представляющие интерес для стран-членов как в Северной Европе (инвестиции в инфраструктуру, экологию, образование), так и за ее пределами (содействие фирмам-партнерам компаний из стран Северной Европы)
12	Черноморский банк торговли и развития	1999	Салоники (Греция)	11		Поддержка регионального развития и кооперации стран Черноморского региона

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Справка о плане внедрения ИТ в медицинский сектор США

В данном Плане рассматриваются вызовы в процессе формирования и достижения установленных стратегических ориентиров. Достижение целей, подцелей и стратегических ориентиров Плана направлено на достижение глобальной цели США по парированию множества вызовов, с которыми сталкивается система здравоохранения США. В Плане указано 6 основных вызовов, с которыми должно справиться Федеральное правительство в процессе реализации Плана:

1) Растущие расходы в системе здравоохранения. Согласно прогнозу, приведённому в Плане, расходы в системе здравоохранения США с 3.6 трлн. долларов США в 2018 году возрастут до 6.0 трлн. долларов США в 2027 году, при ежегодном приросте расходов на 5.5%. Согласно прогнозам Плана медицинский сектор продолжит опережающий рост в сравнении со средними темпами прироста ВВП. Рост численности населения и старение населения США, которые приводят к росту расходов на лечение хронических и психических болезней, составляющих до 90% от всех годовых расходов в системе здравоохранения США, являются основной причиной постоянного роста расходов в системе здравоохранения США;

2) Неблагоприятные исходы болезней. Система здравоохранения США может с использованием ИТ в медицине улучшить контроль над хроническими болезнями посредством обеспечения равного доступа к лечению и профилактическому уходу;

3) Растущая распространённость психических болезней и наркотической зависимости, депрессий и самоубийств, летальных исходов от передозировки опиоидными и другими наркотиками, а также от употребления алкоголя, особенно в сельской местности с недостаточным доступом к медицинским услугам и транспортным средствам, что необходимо учитывать при распространении ИТ в сельской медицине;

4) Проблемы с доступом к медицинским услугам. Рост страховых премий приводит к росту количества незастрахованных, что повышает финансовую нагрузку на учреждения здравоохранения. Рост расходов на медицинские услуги ограничивает к ним доступ даже для застрахованных пациентов. Требуется обеспечить доступность клиник, связанных со страховой компанией застрахованного пациента, а также территориальную близость учреждений здравоохранения для населения по всей территории страны. Рост цен на медицинские услуги также обусловлен монополизацией рынка медицинских услуг, связанной с барьерами на пути доступа к медицинским услугам, и низким уровнем конкуренции. Острота перечисленных вызовов может быть снижена посредством планомерного внедрения ИТ в медицине;

5) Проблемы с доступом к технологиям. Социальные группы с низкими доходами и сельское население, а также расовые и этнические меньшинства пользуются широкополосным доступом в Интернет в гораздо меньшей степени, чем остальные группы населения США. Кроме этого, люди без смартфонов не могут пользоваться преимуществами использования персонализированных медицинских приложений, которые позволяют людям контролировать состояние своего здоровья. Распространение ИТ в медицине имеет первостепенное значение для указанных групп населения;

6) Проблемы с доступом к электронной базе медицинских данных. Медицина – это один из немногих секторов экономики, в котором у многих заинтересованных лиц нет лёгкого доступа к электронной информации с использованием мобильных приложений. Проведённое в 2018 году репрезентативное социологическое исследование показало, что только 51% пациентов предлагалось воспользоваться доступом к своим медицинским данным. Этот показатель ещё ниже в случае незастрахованных пациентов и пациентов с низким уровнем доходов и образования. Даже если у пациентов имеется доступ к персональным медицинским данным, они часто не могут ими эффективно пользоваться, вследствие низкого уровня медицинского

образования. С учётом расширенного продолжающегося внедрения ИТ в медицину пациенты должны иметь представления о распространении данных, представлении информированного согласия и о том, какое отношение имеют стандарты конфиденциальности, безопасности и уровней доступа к их персональным медицинским данным.

Представление о масштабах изменений, планируемых в США в медицинском секторе, даст целостная система целей по внедрению информационных технологий в медицину, которая состоит из 4 основных целей, включающих по несколько подцелей, которые, в свою очередь, включают целый ряд стратегических ориентиров:

1. Повышение уровня здравоохранения и благосостояния:
  - a. Облегчение индивидуального доступа к практически используемой информации о состоянии здоровья:
    - i. Обеспечение интерактивного доступа пациентов к их персональной медицинской информации с помощью безопасных мобильных приложений, порталов пациентов и иных технологий;
    - ii. Обеспечение большей мобильности электронных баз медицинских данных посредством использования стандартизированных интерфейсов взаимодействия и других взаимосвязанных информационных медицинских систем, которые позволяют населению легко обмениваться своими медицинскими данными посредством различных платформ;
    - iii. Улучшение доступа к смартфонам и другим устройствам, необходимым для получения доступа и использования электронных баз медицинских данных, особенно, для меньшинств, сельского населения и инвалидов;
    - iv. Использование научно доказанных данных в электронных базах медицинских данных, включая те виды данных,

- которые дадут наибольшую пользу пациентам и ухаживающим за ним лицам;
- v. Повышение уровня информированности населения по поводу ИТ в медицине посредством разработки образовательных платформ, информирующих о правильном выборе и использовании безопасных доступных технологий, которые обеспечивают конфиденциальность персональных данных;
  - б. Совершенствование безопасных для здоровья методов работы с помощью внедрения ИТ в медицину:
    - i. Стимулирование здорового образа жизни и самоконтроля посредством приложений, взаимодействующих с пациентами, и носимых устройств, которые позволяют людям отслеживать физическую активность, делиться и сравнивать данные, связанные со здоровьем и физической формой, сотрудничать со работниками здравоохранения, следовать планам лечения и принимать информированные решения относительно стиля жизни;
    - ii. Максимальное использование персональных данных и данных населения для подготовки, реагирования и восстановления от стихийных бедствий, информирование и мониторинг деятельности системы здравоохранения, повышение качества жизни и решение проблем с заболеваемостью и профилактикой летальных исходов;
    - iii. Совершенствование использования цифровых устройств на основе научно доказанных данных с целью профилактики, контроля и лечения болезней с использованием смартфонов, планшетов и иных персональных устройств;

- с. Объединение информации о медицинских и социальных услугах:
- i. Совершенствование стандартизации и взаимодействия систем данных социальных условий обеспечения здоровья и социальных услуг в рамках федеральных программ с использованием стандартной терминологии, определений и методов ИТ в медицине для сбора и обмена данными;
  - ii. Сбор и объединение данных социальных условий обеспечения здоровья в электронную базу медицинских данных и поддержка решений в клинических условиях для информирования об оказании медицинской помощи (включая направление и объединение медицинской и социальной помощи) и для решения вопросов неравенства доступа к медицинским услугам с соблюдением принципов этики и с учётом стандартной практики лечения;
  - iii. Стимулирование вовлечения организаций, оказывающих медицинские услуги, в местные и региональные программы непрерывного лечения для максимального использования существующей инфраструктуры ИТ в медицине и совершенствования баз данных и возможностей ИТ в медицине;
  - iv. Модернизация и укрепление инфраструктуры ИТ в медицине в общинах для повышения качества медицинской помощи и эффективного управления социальными программами посредством облегчения двустороннего взаимодействия и обеспечения обмена данными между учреждениями здравоохранения;
  - v. Стимулирование повышения сознательности в процессе использования ИТ в медицине и оценка доступных

возможностей ИТ в медицине для удовлетворения неудовлетворённых медицинских и социальных потребностей;

2. Расширение возможностей и методов обеспечения ухода за пациентами:

а. Максимальное использование ИТ в медицине для совершенствования клинической практики и обеспечения безопасности, высококачественного ухода за пациентами:

- i. Стимулирование взаимодействия информационных систем и обмена данными на основе распространённых принятых стандартов для обеспечения доступности медицинской информации в учреждениях здравоохранения с целью её использования в процессах лечения пациентов, в работе системы здравоохранения, исследованиях и в процессах подготовки, реагирования и восстановления после чрезвычайных ситуаций и стихийных бедствий;
- ii. Продолжение усиленных мероприятий для обеспечения определения личности пациента в базах данных;
- iii. Оптимизация оказания медицинской помощи посредством разработки и применения усовершенствованных средств, которые позволяют максимально использовать современных вычислительные возможности для оказания поддержки методам работы на основе научно доказанных данных и принципов безопасной разработки и использования программного обеспечения;
- iv. Поддержка расширенного использования ИТ в медицине для формирования безопасных методов работы в клинических условиях для профилактики и разрешения побочных явлений посредством создания автоматических

- возможностей быстрого информирования о безопасности пациента;
- v. Уменьшение количества диагностических ошибок посредством развития точной медицины для оказания содействия в диагностике болезней и целенаправленного лечения конкретных пациентов на основе использования данных о пациентах в режиме реального времени;
  - vi. Использование данных электронного измерения качества клинической практики для оптимизации возможностей учреждений здравоохранения и исследователей по оценке качества и результатов;
- b. Использование ИТ в медицине для расширения доступа и подключения пациентов к системе ухода за пациентами:
- i. Продолжение лечения вне традиционных клинических условий посредством стимулирования доступа к удалённому мониторингу, программному обеспечению для надзора, удалённого медицинского обслуживания и иных мобильных услуг с использованием ИТ в медицине;
  - ii. Использование технологий цифровой коммуникации вне порталов для облегчения связи пациентов с учреждениями здравоохранения, обеспечения сотрудничества в режиме реального времени и самоконтроля;
  - iii. Поддержка сотрудничества, необходимого для обеспечения надзора, готовности и реагирования в сфере общественного здравоохранения;
- c. Стимулирование конкуренции, прозрачности и доступности медицинских услуг:
- i. Стимулирование конкуренции в деловой среде для облегчения выбора медицинского программного

- обеспечения и иных средств ИТ в медицине, предназначенных для пациентов;
- ii. Поддержка усилий по объединению административных и клинических потоков данных с возможностью доступа к финансовым данным в месте оказания медицинской помощи;
  - iii. Обеспечение доступа к информации о качестве и цене медицинской помощи для пациентов в доступной понятной форме;
  - iv. Информирование пациентов о качестве и цене медицинской помощи и о путях использования этой информации в процессе выбора учреждений здравоохранения;
- d. Снижение нормативно-правовой и административной нагрузки на поставщиков медицинских услуг:
- i. Упрощение и оптимизация структуры документации, необходимой для учреждений здравоохранения с использованием ИТ в медицине в месте оказания медицинской помощи при обеспечении соблюдения стандартов качества;
  - ii. Стимулирование использования средств на основе научно доказанных данных для оптимизации рабочих процессов учреждений здравоохранения, стимулирования обмена данными между учреждениями здравоохранения для повышения эффективности медицинской помощи;
  - iii. Мониторинг и оптимизация воздействия ИТ в медицине на рабочие процессы учреждений здравоохранения для лучшего понимания роли ИТ в медицине в оказании медицинской помощи и минимизации поступления ненужных данных и иных бюрократических процессов;

- iv. Стимулирование лучшего понимания действующих нормативно-правовых актов и методов работы для повышения соответствия нормативно-правовым требованиям посредством обучения и предоставления необходимых средств учреждениям здравоохранения и разработчикам ИТ в медицине;
- v. Стандартизация требований к сбору и представлению данных для учреждений здравоохранения в федеральные службы;
- vi. Оптимизация процессов для снижения напряжения у учреждений здравоохранения, а также в медицинских информационных системах для обеспечения оптимальной работы электронных баз медицинских данных;
- e. Организация эффективного управления ресурсами внедрения ИТ в медицину и свободно распространённое использование ИТ в медицине по всей стране:
  - i. Внедрение образовательных и обучающих программ для формирования квалифицированных работников ИТ в медицине с междисциплинарными знаниями, которые смогут обеспечивать использование ИТ в учреждениях здравоохранения, особенно, в сельской местности;
  - ii. Продолжение инвестирования в работников ИТ в медицине посредством перераспределения большего объёма ресурсов на обучение, наём и удержание работников, а также на поддержание нормальных условий работы;
  - iii. Вовлечение врачей и работников системы здравоохранения в разработку и тестирование пригодности ИТ в медицине для обеспечения поддержки

- клинических рабочих процессов и оказания медицинской помощи инфраструктурой ИТ в медицине;
- iv. Максимальное использование опыта специалистов по ИТ в медицине посредством моделей и сетей сотрудничества;
3. Организация безопасной инфраструктуры баз данных для ускорения исследований и инноваций:
- a. Совершенствование обмена медицинских данных на индивидуальном уровне и на уровне населения страны:
    - i. Повышение уровня стандартизации данных и стандартов в сотрудничестве с признанными на федеральном уровне организациями по стандартизации с максимальным использованием существующих или созданием новых общих словарей и повышением единства, целостности и качества данных;
    - ii. Стимулирование безопасного доступа к большим базам данных, содержащим медицинские данные для использования в исследованиях;
    - iii. Предоставление пациентам возможностей безопасного обмена данными посредством приложений и иных ИТ в медицине для проведения исследований с использованием процессов дачи согласия на участие в исследованиях в соответствии с предпочтениями пациентов;
    - iv. Оценка доступности данных о медицинских и социальных услугах и оптимизация правильного сбора, подачи и распространения этих данных между федеральными и местными службами для обеспечения планирования здоровья населения, анализа качества и результатов лечения пациентов в различных учреждениях здравоохранения и программах, а также клинических исследованиях;

- v. Стимулирование контроля над данными, что обеспечит конфиденциальность и безопасность единых информационных платформ с поддержкой инновационного использования распространяемых данных;
- b. Поддержка исследований и анализ с использованием ИТ в медицине и данных на индивидуальном уровне и на уровне населения страны:
  - i. Исследование воздействия использования ИТ в медицине, включая машинное обучение и иные технологии, помимо электронных баз медицинских данных, на безопасность и результаты оказания медицинской помощи;
  - ii. Расширение использования новых технологий и аналитических подходов, включая машинное обучение и модели прогнозирования для использования преимуществ от объединения данных для повышения качества медицинского обслуживания;
  - iii. Повышение уровня использования средств ИТ в медицине для проведения исследований и включения в другие источники данных в рамках удалённого доступа;
  - iv. Стимулирование исследований целенаправленных курсов лечения с использованием данных в режиме реального времени и возможностей машинного обучения в рамках соблюдения принципов системы здравоохранения;
  - v. Выявление и внедрение средств ИТ в медицине, которые позволят быстро распространять данные о контроле за болезнями;
  - vi. Обеспечение соответствия исследований разнообразию населения США, чтобы обеспечить применимость их результатов к разным социальным и этническим группам;

4. Соединение медицинского сектора с медицинскими данными:
  - a. Стимулирование развития и использование возможностей ИТ в медицине:
    - i. Стимулирование цифровизации экономики для максимального развёртывания исследований и обеспечения развития новых моделей деловой организации в сфере здравоохранения при обеспечении конфиденциальности персональных данных;
    - ii. Снижение финансовых и нормативно-правовых барьеров, которые мешают новым разработчикам ИТ в медицине входить на рынок ИТ в медицине;
    - iii. Повышение доверия к ИТ в медицине посредством обеспечения исполнения законов о блокировании информации, конфиденциальности и безопасности;
    - iv. Стимулирование прозрачности ИТ в медицине посредством составления соответствующих отчётов, обзоров потребления услуг и иных отчётов;
    - v. Стимулирование согласия учреждений здравоохранения на использование ИТ в медицине посредством стимулирования использования ИТ в медицине в рамках федеральных программ посредством увеличения объёмов инвестиций в ИТ в медицине и обеспечения доступности ресурсов для использования ИТ в медицине;
    - vi. Обеспечение мобильности электронных баз медицинских данных и конкуренции в подсекторе ИТ в медицине для снижения издержек, связанных с переходом на новые электронные базы медицинских данных и иные ИТ в медицине;
    - vii. Продолжение сотрудничества государственного и частного секторов для принятия и совершенствования

- национальных стандартов, внедрения спецификаций и критериев сертификации;
- viii. Соблюдение требований к безопасности и ориентации на интересы потребителей в процессе разработки ИТ в медицине для обеспечения безопасности, доступности, пригодности средств ИТ и решения проблем пациентов, для которых они разрабатываются;
  - ix. Внедрение механизмов контроля за данными и их отслеживания для стимулирования конфиденциальности, безопасности и подотчётности в процессе формирования историй болезни пациентов и повышения качества данных на всех этапах оказания медицинской помощи и применения ИТ в медицине;
- b. Формирование культуры обмена данными:
- i. Решение вопроса с блокирование информации разработчиками, учреждениями здравоохранения и другими заинтересованными сторонами;
  - ii. Разработка образовательных порталов для учреждений здравоохранения и других заинтересованных сторон для повышения информированности о сложных вопросах информационного обмена (например, блокирования информации и управления дачей согласия со стороны пациентов) и вопросах соответствия нормативно-правовым требованиям;
  - iii. Обеспечение национального согласия по вопросам обмена медицинскими данными для обеспечения взаимосвязи информационных систем, поддержки реализации стратегических планов федеральных служб и стимулирования эффективного управления;

- iv. Устранение ненужных ограничений обмена данными и использование национально признанных стандартов, внедрение спецификаций и критериев сертификации для упрощения обмена данными;
- с. Совершенствование технологий и коммуникационной инфраструктуры:
  - i. Оценка потребностей и пробелов в действующих и ожидаемых ИТ в медицине и инфраструктуре широкополосного доступа к Интернету;
  - ii. Стандартизация и оптимизация усилий федеральных служб для расширения возможностей широкополосного доступа к Интернету и коммуникационной инфраструктуры для всех учреждений здравоохранения, особенно, тех учреждений, которые находятся в сельской местности и других местах с низким уровнем медицинского обслуживания, в которых имеются трудности доступа к высокоскоростному Интернету;
  - iii. Развёртывание безопасных платформ обслуживания на основе облачной обработки данных, которые соответствуют требованиям федеральных стандартов для модернизации и оптимизации хранения и обмена информацией из электронных баз медицинских данных при их хранении в федеральных службах;
  - iv. Поддержка создания инфраструктуры для обеспечения работы системы удалённой медицины для обеспечения доступа к пациентам за пределами досягаемости традиционными учреждениями здравоохранения;
  - v. Совершенствование равного доступа к технологиям и широкополосного доступа к Интернету для пациентов, их семей и общин;

- d. Внедрение безопасных методов работы с медицинской информацией с учётом требований конфиденциальности персональных данных:
- i. Учёт соображений конфиденциальности и безопасности при создании и использовании ИТ в медицине, включая технологии искусственного интеллекта и машинного обучения для стимулирования распространения культуры конфиденциальности и безопасности и защиты персональных данных и данных о населении от кибератак, мошенничества, неправильного использования и воздействия иных опасных факторов;
  - ii. Снижение рисков для данных пациентов посредством разработки руководств для стандартизированных интерфейсов взаимодействия и разработчиков приложений по безопасному распространению данных посредством стандартизированных интерфейсов взаимодействия;
  - iii. Внедрение механизмов обеспечения конфиденциальности и безопасности с учётом чувствительности информации для защиты персональных медицинских данных пациентов, включая многофакторную проверку подлинности и шифрование в рамках стандартизированных интерфейсов взаимодействия, а также средств, которые обеспечивают точность идентификации пациента и иных технологий для повышения конфиденциальности и безопасности;
  - iv. Обеспечение методического обеспечения и технической поддержки по вопросам реализации стратегий и нормативно-правового регулирования на федеральном уровне, уровне штатов и местном уровне в части,

касающейся безопасности и конфиденциальности электронных баз медицинских данных и обеспечение исполнения соответствующих требований;

- v. Стимулирование равного доступа к средствам и возможностям ИТ в медицине, которые позволяют защищать пациентов от дискриминации, социального отторжения и эксплуатации на основе информации об их здоровье;
- vi. Повышение информированности пациентов об их данных, включая информированность о потенциальном повторном использовании данных, безопасном и эффективном доступе и использовании их электронных баз медицинских данных и принятии информированных решений о даче согласия и обмене данных.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ В**

### **Справка о федеральных ведомствах США, размещающих заказы в рамках Федеральной контрактной системы США, типах, целях и группах государственных контрактов, институтах государственного представителя по заключению (размещению) и государственного представителя в рамках Федеральной контрактной системы США**

Представление о системе органов государственной власти США, занимающихся заключением государственных контрактов для нужд обороны США, может дать следующий краткий обзор их перечня.

В системе Министерства армии США: Агентство управления контрактами, Управление заместителя начальника Главного штаба по НИОКР и заказам, Главное командование материального снабжения Армии, Авиационно-ракетное командование, Командование производственными операциями, Командование (Управление) связью и электронными системами, Командование танково-автомобильными частями и вооружением, Командование (Управление) подготовки кадров и разработки доктрины, Командование медицинской службы, Бюро Национальной гвардии, Инженерный корпус Министерства обороны США, Командование информационными системами, Управление медицинских НИОКР, Командование военных перевозок, Командование космическими и стратегическими силами, Командование разведки и обеспечения безопасности, Главное управление оборонными контрактами, Директорат информационных систем (С4) управления Министра армии США, Командование специальными операциями армии США. В системе Министерства ВМС: Командование авиационными системами ВМС, Командование боевыми космическими и военно-морскими системами, Инженерное командование военно-морскими сооружениями, Пункт контроля запасов военно-морского флота, Командование плавучими системами ВМС, Командование системами снабжения ВМС, Управление военно-морских

НИР, Командование морским транспортом, Управление программ стратегических систем, Командование техническими системами морской пехоты, Главное командование снабжения и обеспечения морской пехоты. В системе Министерства ВВС: Управление помощника министра ВВС по НИОКР и заказам, Управление помощника ВВС по военным контрактам, Командование материально-техническим обеспечением ВВС, Командование резервом ВВС, Боевое командование ВВС, Командование обеспечения мобильности ВВС, Командование подготовки и переподготовки персонала ВВС, Командование космическими силами ВВС. А также другие ведомства Министерства обороны США: Служба образовательной деятельности Министерства обороны, Главное управление оборонных заказов, Управление передовыми НИОКР Министерства обороны, Агентство по управлению военными контрактами, Агентство информационных систем Министерства обороны, Агентство материально-технического снабжения Министерства обороны США, Агентство построения карт и картографии, Агентство ограничения военной угрозы, Агентство национальной безопасности, Агентство противоракетной обороны, Командование специальными операциями США.

Этот внушительный перечень ведомств США, являющихся государственными заказчиками в рамках Федеральной контрактной системы наряду с нижеприведённым перечнем групп отраслей обрабатывающей промышленности, преимущественно, продукцию, услуги и работы которых заказывают военные ведомства США, является хорошим примером широты охвата системы государственных закупок в условиях рыночной экономики.

Приведём перечень 16 групп отраслей обрабатывающей промышленности, преимущественно, продукцию, услуги и работы которых заказывают для удовлетворения оборонных нужд США:

- 1) Турбины, строительно-монтажная техника, машины, инструменты, станки, ЭВМ и смежная продукция;
- 2) Средства связи и телекоммуникации;

- 3) Электронные компоненты (и запчасти);
- 4) Аэрокосмическая промышленность;
- 5) Кораблестроение, ремонт судов, артиллерийское производство;
- 6) Научно-исследовательское оборудование, измерительные приборы и инструменты, оптические инструменты, фотооптика;
- 7) Хирургическое и стоматологическое оборудование, товары, приборы и медицинские инструменты, часы, часовые приборы;
- 8) Другие виды машин и механизмов широкого применения;
- 9) Различные виды электрооборудования, электропередаточные устройства, машины и трансмиссии, промышленное электрооборудование;
- 10) Литые и кованные металлоизделия из сталей;
- 11) Тягачи, грузовики, тракторы, корпуса и двигатели грузового транспорта;
- 12) Основные химикалии, химические продукты и их сопутствующие химические материалы;
- 13) Химическая очистка и перегонка нефтепродуктов;
- 14) Разнообразные резинотехнические изделия производственного назначения;
- 15) Передовые отрасли ведущих сталелитейных производств;
- 16) Другие производители, например, научное сообщество.

В США федеральные государственные контракты классифицируют по трём признакам:

- по целевому назначению федерального государственного заказа;
- по механизму ценообразования и форме взаиморасчётов государства-заказчика и корпорации-подрядчика;
- по методам подготовки и заключения контрактов на товары или услуги для государственных нужд; различным методам соответствуют различные способы контроля со стороны заказывающего ведомства, а также формы расчёта государства с корпорацией-подрядчиком после выполнения ею данного государственного заказа.

Целями государственных контрактов в США могут быть:

- фундаментальные и прикладные исследования и разработки;
- проведение НИОКР и создание новых видов технологий, систем вооружения и военной техники, их испытания и эксплуатация;
- архитектурно-планировочные и инженерно-строительные работы;
- промышленное производство серийной продукции;
- снабжение коммерческими товарами, в том числе сырьём;
- предоставление услуг инфраструктурных отраслей транспорта и логистики, электроэнергетики, водоснабжения и газоснабжения;
- аренда земли и имущества;
- предоставление финансовых и информационно-консультационных услуг, а также услуг по управлению федеральной собственностью;
- установление и проведение различных форм международного (межгосударственного сотрудничества).

В целом, федеральные государственные контракты США делятся на три основные группы:

- государственные контракты с фиксированной ценой со следующими условиями оплаты:
  - с твёрдо фиксированной ценой;
  - с фиксированной ценой, её переоценкой после завершения контракта;
  - с твёрдой фиксированной ценой и последующими уточнениями целевых показателей;
  - с фиксированной ценой и её последующей корректировкой по скользящей шкале цен;
  - с фиксированной ценой и её последующей корректировкой по текущим или прогнозируемым издержкам производства;

- с фиксированной ценой и её последующей корректировкой по фактическим издержкам производства;
- с фиксированной ценой плюс поощрительное вознаграждение с твёрдо фиксированными показателями;
- с фиксированной ценой плюс поощрительное вознаграждение с последовательно устанавливаемыми показателями;
- с фиксированной ценой плюс многократно поощрительное вознаграждение;
- государственные контракты с возмещением издержек производства со следующими условиями оплаты:
  - только возмещение издержек производства;
  - разделение издержек или долевое участие;
  - возмещение издержек производства плюс фиксированное вознаграждение;
  - возмещение издержек производства плюс стимулирующее вознаграждение;
  - возмещение издержек производства плюс премиальное вознаграждение;
  - возмещение издержек производства плюс вознаграждение и прибыль;
  - возмещение издержек производства многократного поощрительного типа;
- иные государственные контракты со следующими условиями оплаты:
  - трудовые затраты по почасовым ставкам и материалы;
  - только трудовые затраты;
  - с неопределённым сроком поставки;
  - на определённый объём поставок или услуг;
  - на выполнение требований;
  - с определённым объёмом поставок;

- кредитный контракт;
- генеральное соглашение;
- базисное соглашение о заказе.

Наиболее важными для управления государственными контрактами являются следующие федеральные законы США:

1) Федеральный закон о государственных заказах для Вооружённых сил США от 1947 года, касающийся процедур приобретения вооружений, военной и специальной техники для Министерства обороны США;

2) Федеральный закон США о государственной собственности и услугах от 1949 года, который привёл к созданию Администрации общих служб при Правительстве США. Эта служба, по существу, выполняет функции, напоминающие функции Государственного комитета СССР по материально-техническому снабжению (Госснаб СССР), в частности, служба несёт ответственность за обеспечение деятельности федерального правительства США товарами, услугами и служебными зданиями;

3) Федеральные законы об атомной энергии 1946 и 1954 годов, которые привели к созданию Комиссии по атомной (потом - ядерной) энергии, в настоящее время - Министерство энергетики США;

4) Федеральный закон о национальной авиации и космосе от 1958 года, который привёл к созданию Национального агентства по авиации и исследованию космического пространства (НАСА);

5) Федеральный закон о военном производстве от 1950 года с поправками от 1980-х и 1990-х годов, в котором описано функционирование ВПК США и все формы взаимоотношений государственных органов с корпорациями – военными подрядчиками.

Важно также вкратце описать институт государственного представителя по заключению (размещению) контрактов в Федеральной контрактной системе, который обычно работает в штаб-квартире государственного ведомства (или командования рода войск), инициировавшего контракт. Государственный представитель по заключению

(размещению) контрактов действует в качестве представителя (агента) Федерального правительства США в части приобретения товаров или услуг, заказанных для выполнения задач его ведомства. Государственные представители по заключению (размещению) контрактов военных ведомств США занимаются государственными контрактами стоимостью от 2 тысяч до 10 миллионов долларов США, а аналогичные государственные представители гражданских ведомств США занимаются контрактами стоимостью от 2 тысяч до 5 миллионов долларов США. Государственный представитель в своей деятельности опирается на команду специалистов, в частности:

- Эксперт – советник — покупатель. Покупатель запрашивает спецификации и предложения, договаривается о ценах, утверждает порядок работы по контракту и спецификации, договаривается о сроках и условиях выполнения контракта, однако, не имеет право подписывать государственные контракты;

- Советник – аналитик рыночной конъюнктуры и цен. Этот специалист входит в команду государственного представителя для оказания помощи в переговорах по вопросам ценообразования и конъюнктуры рынка. Ценовой анализ необходим только для заказов, размещаемых на основе переговоров и в случае внесения изменений в государственный контракт. В тех случаях, когда необходим финансовый анализ, эксперт по рыночной конъюнктуре и ценам проверяет и подтверждает все затраты по элементам издержек производства корпорации, включая нормы трудозатрат, ставки оплаты труда и их соответствие утверждённым государственным стандартам, нормы и величину накладных расходов, ведомости расхода материалов, счета по заказам товаров или услуг на стороне и выплаты субподрядчикам и иные компоненты цены, а также проверяет элементы ценообразования по контракту, убеждается в правильности оценки объёма работы и подтверждает, что они точно рассчитаны корпорацией;

- **Управляющий проектом (программой).** Этот специалист занимается широким кругом вопросов научного, инженерного и технического характера, возникающих в связи с требованиями на материальные поставки или услуги, необходимые для выполнения задач того или иного ведомства. Именно управляющий проектом (программой) контролирует бюджет и он может повлиять на выбор корпорации посредством оценки ситуации, характера и масштаба представленных заявок.

- **Эксперт – финансист — специалист по бюджетному планированию.** Этот специалист осуществляет контроль за отпущенными финансовыми ресурсами, на основе которых управляющий проектом (программой) составляет свой бюджет.

- **Государственный инспектор на предприятии (эксперт по управлению дополнительными государственными ресурсами и собственностью).** Этот специалист начинает выполнение своих функций в том случае, если федеральный подрядчик (корпорация) обращается к Федеральному правительству с просьбой поставить ему или выделить из казны дополнительные производственные, научно-технические ресурсы, материалы, сырьё, инструменты, станки, оборудование, приборы, здания или сооружения, промышленные предприятия, атомные реакторы или иные материальные средства, находящиеся в собственности государства или третьей стороны. Этот специалист имеет полномочия по поиску и оформлению передачи корпорации соответствующих ресурсов, находящихся в государственной собственности (в том числе, из государственного промышленного резерва).

- **Юридический консультант — адвокат.** Проект государственного контракта обязательно согласуется с юридическим консультантом для получения гарантий соблюдения всех необходимых требований государственного регулирования в контракте, его грамотного юридического оформления, включая перечни работ и спецификации, охрану патентных прав государства-заказчика и корпорации и сроки завершения работ.

- Правление совета директоров корпорации.
- Инспекционный комитет по федеральной политике заказов.

После заключения контракта в дело вступает государственный представитель по управлению контрактами, который вместе со своей командой работает на предприятии корпорации и в его команду входят следующие органы и специалисты:

- Бюро регионального (заводского) представителя.
- Вторичная подчинённая администрация.
- Аналитик по ценообразованию.
- Аудитор.
- Финансовый эксперт.
- Администратор государственной безопасности.
- Инспектор по качеству продукции и контролю за производством.
- Советник по обеспечению государственной безопасности.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

### Типы государственных и квазигосударственных институтов, осуществляющих поддержку прикладных инноваций<sup>2</sup>

№ п/п	Тип института поддержки прикладных инноваций	Стадия инновационного процесса	Форма поддержки
1	Центр превосходства	ОКР и ПИ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– определяет перспективные виды исследований, активно привлекая экспертов из науки, бизнеса, ведущих зарубежных центров;</li> <li>– осуществляет финансирование исследований преимущественно в форме грантов.</li> </ul>
2	Центр трансфера технологий	ОКР и ПИ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– информационная поддержка инновационным компаниям и индивидуальным разработчикам, в том числе осуществляя мониторинг зарубежного опыта;</li> <li>– кооперация инновационных фирм, научных учреждений и промышленных корпораций;</li> <li>– решают проблему кадров, в том числе, приглашая иностранных специалистов;</li> <li>– не предоставляют финансирования, но могут оказывать научно-исследовательскую поддержку, чтобы ускорить переход от концепта к прототипу</li> </ul>
3	Фонд посевного финансирования	ОКР и ПИ	– определяют перспективные проекты.
		Докоммерческая стадия	<ul style="list-style-type: none"> <li>– софинансирование проектов;</li> <li>– координация деятельности участников;</li> <li>– помощь в организации инновационного предприятия;</li> <li>– помощь в поисках источников дальнейшего финансирования.</li> </ul>

<sup>2</sup> Составлено авторами по материалам книги С.Ю. Глазьева «Рывок в будущее. Россия в новых технологическом и мирохозяйственном укладах» (М.: Книжный мир, 2018. - 768 с.)

4	Бизнес-инкубаторы	Предкоммерческие разработки и создание стартапов	<ul style="list-style-type: none"> <li>– не предоставляют финансирования, но обеспечивают весь комплекс других необходимых условий для создания и первоначального развития малых инновационных предприятий;</li> <li>– обеспечение на льготных условиях офисной площадью, оргтехникой, средствами связи, а также предоставление юридических, бухгалтерских, образовательных, консалтинговых услуг;</li> <li>– обеспечение взаимодействия нескольких инновационных фирм внутри одного инкубатора, т.е. совместного использования дорогостоящего научного оборудования, параллельной разработки дополняющих друг друга технологий, привлечение одних и тех же исследователей в несколько проектов и т.п.</li> </ul>
5	Государственные венчурные фонды	от стадии создания стартапов до стадии перехода к быстрому росту нового бизнеса	<ul style="list-style-type: none"> <li>– финансирование проекта напрямую;</li> <li>– анализ рыночного потенциала проекта;</li> <li>– финансирование проекта путем долевого участия в инновационных кампаниях;</li> <li>– участвуют в управлении компаниями;</li> <li>– привлечение других инвесторов;</li> <li>– по завершении стадии раннего роста находят корпоративных партнеров, готовых приобрести новый бизнес.</li> </ul>
6	Фонды фондов		– финансируют другие венчурные фонды.
7	Универсальные институты поддержки инноваций	Все этапы развития и внедрения инноваций от определения направлений исследований до тиражирования нового бизнеса	<ul style="list-style-type: none"> <li>– интеграция инновационного процесса;</li> <li>– оказание посреднических услуг между всеми заинтересованными участниками;</li> <li>– осуществление управления проектами;</li> <li>– помощь в сертификации и оформлении лицензий;</li> <li>– оказание помощи в подготовке кадров;</li> <li>– оказание помощи в создании инновационных компаний;</li> <li>– оказание помощи в привлечении инвесторов;</li> <li>– оказание помощи во включение в бизнес крупных корпораций.</li> </ul>

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

### Список 14 институтов США, отвечающих за инновационное развитие

1. Институт материалов с расширенными функциональными возможностями, производимых в США;
2. Американский институт производственных технологий в сфере интегрированной фотоники;
3. Национальный институт инноваций в аддитивном производстве;
4. Институт производства передовой робототехники;
5. Институт передового производства тканей и технологий, связанных с тканями;
6. Институт инноваций в области умного экологически чистого производства;
7. Институт инноваций в производстве усовершенствованных композитных материалов;
8. Институт инноваций будущего в сфере производства облегчённых материалов;
9. Институт цифровизации производства;
10. Институт производственных инноваций в сфере гибкой гибридной электроники;
11. Национальный институт инноваций в производстве биофармацевтических препаратов;
12. Институт силовой электроники нового поколения;
13. Институт быстрого прогресса в интенсификации производственных процессов;
14. Институт снижения энергопотребления и сокращения выбросов в окружающую среду.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

### Цифровая стратегия 2025 Германии

В качестве примера для разработки стратегий развития технологических цепочек и совокупностей нового 6-го технологического уклада в странах – участницах ЕАЭС и ЕАЭС, в целом, рассмотрим Цифровую стратегию 2025 Германии. Основными целями и соответствующими средствами достижения целей Цифровой стратегии 2025 Германии являются:

1. Создание гигабитных волоконно-оптических сетей в Германии к 2025 году:

1.1. Инвестиции денежных средств для формирования гигабитных сетей в сельских районах. Ожидаются дополнительные инвестиции в объёме приблизительно 10 млрд. евро к 2025 году;

1.2. Оптимизация синергетического взаимодействия программ финансирования, особенно, посредством связывания методических указаний по финансированию федеральных широкополосных сетей с совместными усилиями по улучшению структуры региональной экономики, которые касаются широкополосных связей с промышленными и деловыми центрами;

1.3. Проведение круглых столов по созданию гигабитных волоконно-оптических сетей со всеми заинтересованными сторонами: поставщики телекоммуникационных услуг, федеральные власти, власти федеральных земель и органы местного самоуправления, деловые круги и ассоциации должны разработать совместные стратегии по внедрению гигабитных сетей в Германии;

1.4. Поэтапное развёртывание линий связи между поставщиками услуг и абонентами с дешёвыми и быстро масштабируемыми гигабитными сетями: поскольку коммерческие предприятия сейчас особенно нуждаются в жизнеспособных сетях, компаний нужно, в первую очередь, подключать к гигабитным сетям;

1.5. Облегчение планирования и строительства гигабитных сетей: для ускорения расширения гигабитных сетей необходимо упрощение процедур, необходимо ускорить процессы планирования длины и уменьшить затраты на строительство;

1.6. Крайне важно, чтобы Европа была лидером в области внедрения сетей мобильной радиосвязи следующего поколения (5G). Для реализации этих планов необходим выбор правильной стратегии для развёртывания и стандартизации. Этого можно достигнуть, например, вовлекая немецкие компании в работу советов, разрабатывающих указанные стандарты;

1.7. Необходимо принимать во внимание необходимость инвестиций и инноваций в разработку законодательных актов и создание нормативно-правовой среды: подходы к конкуренции, на которой основано нормативно-правовое регулирование, должны, в ещё большей степени, быть ориентированы на инвестиции, инновации и рост. Хозяйствующие субъекты должны быть мотивированы на принятие инвестиционных рисков. Для получения этих результатов необходимо разработать и внедрить новые подходы к степени проникновения и уровню нормативно-правового регулирования. Мы разработаем рекомендации, основанные на дискуссиях по вопросам нормативно-правовых рамок цифровых технологий, и внедрим их в процесс пересмотра телекоммуникаций в Брюсселе. Кроме этого, необходимо обновить методические указания по широкополосным сетям, разработанные Европейской комиссией. Действующие регламенты создают препятствия инвестициям в гигабитные сети;

1.8. Стимулирование текущей инвестиционной деловой активности в сельских районах, например, посредством улучшения качества информации, предоставляемой населению, компаниям и правительственным учреждениям относительно выгод от цифровизации.

2. Запуск новой эры стартапов: содействие стартапам и стимулирование сотрудничества между молодыми и укрепившимися компаниями:

- 2.1. Создание Фонда высокотехнологичных стартапов;
- 2.2. Быстрое расширение программы INVEST посредством субсидирования венчурных инвесторов и возврата налогов акционерам INVEST;
- 2.3. Продолжение усилий в направлении повышения привлекательности Германии в качестве места притяжения венчурного капитала;
- 2.4. Освобождение миноритарных акционеров от налогообложения;
- 2.5. Исключение дополнительной нормативно-правовой нагрузки на молодые инновационные компании;
- 2.6. Привлечение фондовых бирж в качестве источников финансирования молодых и инновационных быстрорастущих компаний;
- 2.7. Поддержка потенциала стартапов на самой ранней стадии планирования;
- 2.8. Содействие привлечению иностранного капитала в стартапы Германии с целью оказания информационных, консультационных и поддерживающих услуг;
- 2.9. Содействие стартапам в налаживании связи с укрепившимися хозяйствующими субъектами с тем, чтобы инновационный потенциал стартапов в больших масштабах использовался во всех сферах экономики;
- 2.10. Продолжение усилий по линии Женской инициативы в области предпринимательства и более тесное сотрудничество с Консультативным советом молодёжи по вопросам цифровой экономики;
- 2.11. Использование достижений в направлении цифровизации правительственных учреждений с тем, чтобы стало проще создать компанию, и уменьшение бюрократических барьеров таким образом, чтобы у стартапов было больше времени для концентрации своих усилий в направлении улучшения позиций на рынке;

2.12. Уменьшение бюрократических барьеров на начальной стадии формирования стартапов посредством введения единого окна и постоянное следование программе искоренения бюрократии;

2.13. Включение имеющейся информации и консультационных услуг стартапам и предприятиям в Портал стартапов 4.0 в качестве инструмента, облегчающего основание компании, и упрощающего этот процесс.

3. Создание нормативно-правовой среды для увеличения объёма инвестиций и инноваций:

3.1. Создание технического единого цифрового рынка. Европейский союз должен взять на себя лидирующую роль в области норм и стандартизации в глобальных масштабах;

3.2. Создание нормативно-правовой среды для единого цифрового рынка. Необходимо создание жизнеспособной Европейской телекоммуникационной нормативно-правовой среды;

3.3. Онлайн-платформы и посредники должны быть вовлечены в регулирование, таким образом, чтобы конкурентные условия были примерно равными для аналогичных провайдеров услуг;

3.4. Необходимо бороться с монополизацией электронной торговли, поскольку крупные компании, работающие в Интернете, злоупотребляют своим положением на рынке;

3.5. Необходимо выявить и ликвидировать нормативно-правовые барьеры и иные препятствия приграничной электронной торговле;

3.6. Для того чтобы Европа достигла глобального технологического лидерства в формировании мобильной радиосвязи 5G, необходимо внести необходимые изменения в регулирование частот;

3.7. Необходимо разработать Европейскую региональную стратегию по данным на основе общих принципов (например, безопасность данных и информационная автономия);

3.8. Создание единой нормативно-правовой среды для аналогичных провайдеров услуг, вовлечение в процесс провайдеров Интернет-услуг;

3.9. Усиление взаимосвязи последствий цифровизации (например, сетевых эффектов, эффектов синхронизации) с требованиями прозрачности, безопасности данных и мобильности данных, насколько это возможно в соответствии с национальными положениями Общих положений по защите данных Европейского союза;

3.10. Адаптация новых сфер деловой деятельности: большие объёмы данных / географически привязанные услуги посредством обеспечения информационной автономности, защиты данных, прозрачности и информационных обязательств (переработка национального законодательства в области защиты данных, в частности, адаптация Закона о телекоммуникациях и Закона об электронных и коммуникационных услугах к Общим положениям по защите данных);

3.11. Области инноваций должны быть чётко разграничены, как с пространственной, так и с временной точек зрения, а также по экспериментальным группам и создаются для высокоэффективных инноваций с привлекательными технико-экономической и социальной направленностями (например, телемедицина, робототехника, мобильный доступ);

3.12. Инновационные проекты должны, при необходимости, быть защищены ограниченными по времени и возможно по географическому признаку экспериментальными положениями, касающимися государственной или нормативно-правовой среды;

3.13. Необходимо введение стандартного требования, чтобы оценка и надзор проводились независимо от инноваторов;

3.14. Целью экспериментов и сопровождающих их исследований должна быть разработка рекомендаций о том, на чём может быть основано полезное и ответственное регулирование, которое будет иметь универсальную применимость в будущем;

3.15. Необходимо учитывать, что ограничение слияний может ограничить глобальную конкурентоспособность европейских компаний,

поэтому необходимо ввести понятие «достаточного рынка» и дать нормативно-правовую ясность хозяйствующим субъектам относительно вопросов конкурентного права.

4. Стимулирование «умных сетей» в ключевых сферах коммерческой инфраструктуры экономики Германии:

4.1. Улучшение инвестиционного климата при инвестировании в интеллектуальные сетевые службы и создание нормативно-правовой определённости;

4.2. Разработка стандартов для создания единой рыночной среды для интеллектуальных сетевых службы по всей Европе;

4.3. Дополнительное информирование и налаживание коммуникации с гражданами и пользователями со стороны федеральных земель и органов местного самоуправления с целью повышения спроса и создания синергетических эффектов распространения интеллектуальных сетевых служб являются ключевыми инструментами для повышения приемлемости и спроса на информационно-коммуникационную продукцию, услуги и работы, направленные на создание интеллектуальных сетевых служб;

4.4. Выбор модельных регионов для Программы финансирования развития интеллектуальных сетевых служб. Государственная поддержка модельных регионов и выбор избранных проектов являются условиями создания значительных объёмов добавленной стоимости для общества и экономики, особенно, для базовых секторов экономики, включая образовательный сектор, сектор здравоохранения, энергетический сектор, транспортный сектор и сектор государственного управления;

4.5. Создание общенациональных союзов для Программы цифровизации: союзы будут основаны на той идее, что цифровизация оказывает воздействие на каждого и представляет собой реальный процесс, который развёртывается в результате взаимодействия между государством, компаниями и индивидами на местном уровне;

4.6. Создание акселератора для проектов интеллектуальных сетевых служб: акселератор поддержит молодые компании сразу после их создания от этапа разработки до представления бизнес-плана инвесторам посредством предоставления рабочего пространства, стратегической и технической помощи, доступа к сетям и, при необходимости, небольших объёмов финансовой помощи.

5. Укрепление безопасности данных и развёртывание информационной автономности:

5.1. Сотрудничество по вопросам необходимости и полезности дополнительных нормативно-правовых актов, включая ответственность за качество выпускаемой продукции для безопасности потоков данных при использовании информационных технологий и требования к безопасности продукции производителей ЭВМ и программного обеспечения для ЭВМ;

5.2. Обеспечение того, чтобы безопасность данных улучшили даже те компании, которых не касаются государственные требования (поскольку они не являются операторами критической инфраструктуры);

5.3. Проведение исследования для определения того, какие из цифровых возможностей и ключевых практических навыков доступны в Германии, в том числе в сравнении с международными стандартами и создание цифрового атласа на основе этой информации;

5.4. Европейские общие положения по защите данных создают баланс между интересами потребителей и компаний и создают направленную в будущее нормативно-правовую среду для обеспечения разнообразия данных и использования больших объёмов данных;

5.5. На основе соглашения между Европейской комиссией и США об обеспечении секретности при трансатлантическом обмене данными между ЕС и США необходимо обеспечить гарантии секретности и защиты торговых секретов с одновременным обеспечением национальной безопасности на основе самостоятельного решения Европейской комиссии;

5.6. Создание европейского бренда на основе сертификации процедур защиты данных для облачных вычислений в рамках Программы использования облачных технологий на основе доверенности;

5.7. Необходимо проложить путь к международному внедрению процедур электронной идентификации, использования квалифицированной электронной подписи, электронной печати для компаний и органов государственной власти, а также электронных доверительных услуг.

6. Создание новых деловых моделей для малого и среднего бизнеса, квалифицированных рабочей силы и обслуживания:

6.1. Создание удобного для пользователей портала по цифровизации для наглядности программ финансирования и охвата большего количества ожидаемых пользователей;

6.2. Оказываемая поддержка будет включать анализ и консультирование, деятельность по повышению квалификации кадров и уровня организации, разработка технологий, специально предназначенных для целевых групп и инвестиционные гранты для ускоряющих вложений и проектов внедрение информационных технологий в малом и среднем бизнесе, включая помощь в процессе внедрения;

6.3. Эти меры должны в то же способствовать развитию новых платформ и бизнес-моделей на основе Интернета;

6.4. Кроме этого, необходимо финансирование и оказание помощи для усиления цифровой взаимосвязанности предприятий малого и среднего бизнеса Германии в Европе посредством создания европейских и международных сетей в рамках цифровой трансформации;

6.5. Распространение среди предприятий малого и среднего бизнеса знаний о продукции, услугах и работах с использованием информационно-коммуникационных технологий посредством расширение консультационного обслуживания с использованием методических указаний по цифровизации;

6.6. Развёртывание новых проектов и программ финансирования для обеспечения нетехнических инноваций, поскольку они также являются движущими силами новых цифровых бизнес-моделей;

6.7. Создание Дома цифровизации в Берлине для малого и среднего бизнеса с национальным и европейским охватом, который будет играть функцию места совещаний и выставочного зала для выявления возможностей и осуществимости подобных проектов с периодическими презентациями и выставками;

6.8. Усиление процесса цифровизации посредством налаживания связей между укрепившимися компаниями, с одной стороны, и стартапами и исследовательскими организациями, с другой стороны;

6.9. Создание Оперативной группы по вопросам цифровизации малого и среднего бизнеса и агентства, работающего по принципу единого окна.

7. Использование Индустрии 4.0 для модернизации Германии в качестве места локализации производства:

7.1. Использование всех программ содействия малому и среднему бизнесу для повышения осведомлённости, предоставления информации и финансирования инвестиций;

7.2. Создание программы финансирования микроэлектроники;

7.3. Разработка методических указаний по работе с оборудованием, требований к стандартизации и повышение квалификации или информированности персонала, в частности, в сфере требований к безопасности;

7.4. Разработка Плана действий по стандартизации в области Индустрии 4.0;

7.5. Расширения взаимодействия на международном уровне. Двустороннее сотрудничество с важными странами-партнёрами может поддержать процесс трансформации Индустрии 4.0.

8. Формирование высоких стандартов деятельности в области исследований, развития и инноваций в сфере цифровых технологий:

8.1. Инвестиции в цифровые технологии должны стать более привлекательными за счёт налоговых льгот;

8.2. Ускоренная амортизация всех устройств, работающих с использованием цифровых технологий, за период до 3 лет;

8.3. Поддержка программ, особенно в области развития инновационных технологий и приложений и выделении избранных проектов;

8.4. Поддержание технологической независимости, в частности, финансирование немецким или европейским поставщикам оборудования в области промышленных коммуникаций, анализа данных в режиме реального времени и проектирования изделий;

8.5. Введение налоговых льгот на НИОКР для малого и среднего бизнеса с количеством сотрудников до 1000 человек;

9. Цифровое образование на всех этапах жизни:

9.1. Цели:

9.1.1. К 2025 году у каждого ученика школы будут базовые знания в области информационных технологий;

9.1.2. К 2025 году Германия станет одним из лидеров в области развития цифровой инфраструктуры в образовательном секторе;

9.1.3. К 2025 году новейшая информация об информационных технологиях должна, в первую очередь, доходить до рабочего места;

9.1.4. К 2025 году все образовательные учреждения, финансируемые за счёт государства, должны иметь возможность вести обучение в течение значительного периода времени онлайн;

9.2. Школы в Германии должны стать международными лидерами в применении электронных средств массовой информации;

9.3. Усиление взаимосвязанности компаний и образовательных учреждений посредством, например, распространения инноваций и стратегий по управлению опытом и навыками, развиваемых компаниями совместно с образовательными учреждениями;

9.4. Содействие стартапам в образовательном секторе, которые используют цифровые платформы для расширения доступа к творческому потенциалу и экспертному опыту педагогов;

9.5. Обеспечение соответствия университетского образования и производственной практики, с одной стороны, запросам цифровой экономики, с другой стороны;

9.6. Центры непрерывного образования должны предложить дальнейшее обучение в области цифровых технологий на высшем уровне;

9.7. Необходимо адаптировать имеющиеся рабочие места и создать новые профессии в текущем режиме с учётом опыта, накапливающегося в этой области;

9.8. Создание дополнительных университетских кафедр и усиление центров с передовым опытом;

9.9. Информационные системы, анализ данных и Интернет в качестве междисциплинарных областей исследований должны быть включены в другие более крупные области исследований, в частности, политические и социальные науки, юриспруденцию, направления по изучению бизнеса;

9.10. Необходимо расширить программы по финансированию обучения хозяйствующих субъектов в университетах с предоставлением хозяйствующим субъектам передовых технологий и сделать их доступными в Германии и Европе;

9.11. Онлайн-курсы должны быть лучше связаны с программами университетского образования;

9.12. Более тесное сотрудничество с профессиональными союзами и наёмными работниками для создания возможностей более гибкого и индивидуализированного непрерывного цифрового образования;

9.13. Особое внимание необходимо уделять предприятиям малого и среднего бизнеса, указывая им пути по быстрому и непрерывному обучению их сотрудников;

9.14. Продолжение разработки систем оценки и возможно сертификации для непрерывного образования сотрудников без необходимости доступа к программе непрерывного обучения компании;

9.15. Распространение грамотности по вопросам использования средств коммуникации и предоставление возможности каждому использовать Интернет-ресурсы;

10. Создание Цифрового агентства в качестве современного центра передового опыта. В задачи агентства должно входить:

10.1. Анализ, мониторинг рынка и составление отчётов о цифровизации;

10.2. Консультационные услуги для потребителей и компаний, наряду с оказанием практического содействия;

10.3. Снижение затрат на получение макроэкономической информации и координацию на макроэкономическом уровне;

10.4. Оказание содействия направлением, важным для потребителей, с использованием потенциала цифровизации;

10.5. Улаживание споров и обработка жалоб потребителей;

10.6. Налаживание контакта и взаимодействие с органами местного самоуправления, федеральными землями, европейскими и международными организациями, а также с компаниями, ассоциациями и иными заинтересованными сторонами.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

### Справка о концепции пространственного развития Японии

1. Базовые концепции национальной стратегии пространственного развития:

1.1. Изменения в области национального землепользования и целевые показатели национального пространственного развития:

1.1.1. Текущие тенденции и вызовы, связанные с национальным землепользованием;

1.1.2. Изменение национальных ценностей;

1.1.3. Изменения площади земель страны;

1.1.4. Необходимость создания новой национальной стратегии пространственного развития;

1.1.5. Будущее Японии;

1.2. Базовая национальная концепция землепользования:

1.2.1. Развёртывание взаимодействия с целью стимулирования национального землепользования;

1.2.2. Многослойная, устойчивая, компактная и сетевая структуры;

1.2.3. Корректировка чрезмерной концентрации населения в Токио и формирование представления о Токио в качестве крупного городского региона;

1.2.4. Направления развития различных регионов;

1.3. Отдельные направления реализации Базовой национальной концепции землепользования:

1.3.1. Местное оживление возможностей развития Японии на глобальном уровне;

- 1.3.2. Управление земельными ресурсами на национальном уровне и инфраструктура для поддержки безопасности и экономического роста;
  - 1.3.3. Участие и поддержка национальному пространственному развитию;
2. Основные направления принимаемых мер в каждой из сфер:
- 2.1. Основные меры для развития местных общин:
    - 2.1.1. Стимулирование взаимодействия и строительство компактной и сетевой структуры;
    - 2.1.2. Развитие привлекательных комфортных сельских районов;
    - 2.1.3. Развитие уникальных крупных городских регионов для руководства развитием Японии;
    - 2.1.4. Развитие местных общин, способных решить проблему падения рождаемости и старения населения;
    - 2.1.5. Улучшение жилищных и бытовых условий и обеспечение безопасности жизни населения;
    - 2.1.6. Меры для зон, страдающих наличием тяжёлых географических, природных и социальных условий;
  - 2.2. Основные меры по отраслям промышленности:
    - 2.2.1. Совершенствование институциональной среды для оказания содействия повышению международной конкурентоспособности и инновациям в отраслях промышленности;
    - 2.2.2. Создание сильных отраслей промышленности и рабочих мест для поддержки экономики местных общин;
    - 2.2.3. Совершенствование институциональной среды для привлечения иностранных инвестиций;

- 2.2.4. Создание структуры производства и потребления энергии с учётом самых передовых на мировом уровне технологий;
- 2.2.5. Стабильное снабжение продуктами питания и превращение сельского, лесного и рыбного хозяйства в растущий сектор экономики;
- 2.3. Основные меры по культуре и туризму:
  - 2.3.1. Содействие формированию растущих и активных общин, воспитывающихся на культурных ценностях;
  - 2.3.2. Ускорение регионального развития посредством стимулирования развития туристической отрасли;
- 2.4. Основные меры по транспорту, информационно-коммуникационным системам и энергетической инфраструктуре:
  - 2.4.1. Развитие всеобъемлющих транспортных систем;
  - 2.4.2. Развитие информационно-коммуникационных систем;
  - 2.4.3. Расширение энергетической инфраструктуры;
- 2.5. Основные меры по национальным пространственным инфраструктурным ресурсам:
  - 2.5.1. Стратегическое поддержание национальной пространственной инфраструктуры;
  - 2.5.2. Эффективное использование национальной пространственной инфраструктуры;
- 2.6. Основные меры по предотвращению/уменьшению количества стихийных бедствий:
  - 2.6.1. Комбинирование подходящих мер и стимулирование использования эффективных мер;

- 2.6.2. Применение решительных мер по предотвращению/уменьшению количества стихийных бедствий в городах;
- 2.6.3. Обеспечение безопасности сельских районов;
- 2.6.4. Создание национальной земельной инфраструктуры, устойчивой к стихийным бедствиям, посредством обеспечения множественности и заменимости множества функций и сетей;
- 2.6.5. Стимулирование самостоятельного решения проблем и взаимопомощи и государственной помощи, поддерживающей самостоятельное решение проблем и взаимопомощь;
- 2.7. Основные меры по использованию и сохранению национальных земельных и водных ресурсов:
  - 2.7.1. Стимулирование использование сельскохозяйственных земель;
  - 2.7.2. Передача красивых лесов будущим поколениям;
  - 2.7.3. Поддержание или восстановление правильного водного баланса;
  - 2.7.4. Сохранение и использование морских вод;
  - 2.7.5. Участие граждан в национальном пространственном управлении ресурсами;
- 2.8. Основные меры по сохранению окружающей среды и благоустройству территории:
  - 2.8.1. Обеспечение биологического разнообразия и сохранение, восстановление и использование природных ресурсов;
  - 2.8.2. Обеспечение вторичного использования ресурсов и развитие общества, ориентированного на вторичное использование ресурсов;

- 2.8.3. Уменьшение уровня глобального потепления и адаптация к глобальному потеплению и другие меры, направленные на решение глобальных проблем окружающей среды;
- 2.8.4. Сохранение воздушной среды и стимулирование использования мер по уменьшению загрязнения почвы;
- 2.8.5. Сохранение, создание и использование красивых ландшафтов и привлекательных пространств;
- 2.9. Основные меры для участия различных организаций в развитии общества взаимопомощи:
  - 2.9.1. Увеличение количества людей, поддерживающих региональные общины, и развитие общества взаимопомощи;
  - 2.9.2. Развитие региональных общин с предпочтением в пользу предложений и действий различных организаций частного сектора;
- 3. Эффективное содействие реализации стратегии и подготовка и реализация региональных планов:
  - 3.1. Эффективное содействие реализации стратегии:
    - 3.1.1. Содействие реализации и оценка Национальной стратегии пространственного развития;
    - 3.1.2. Содействие использованию геопространственной информации;
    - 3.1.3. Обеспечение связи с национальным планом землепользования;
  - 3.2. Формулирование и содействие реализации региональных планов:
    - 3.2.1. Роль региональных планов;
    - 3.2.2. Основные концепции региональных планов;
    - 3.2.3. Обеспечение связи между Всеобъемлющим планом развития Хоккайдо и Планом содействия и развития

Окинавы с Национальной стратегией пространственного развития;

3.2.4. План действий по рассмотрению формулировок и реализации региональных планов.

## ПРИЛОЖЕНИЕ И

### Справка о программе «Энергосистема для прекрасного Китая»

По прогнозу ВР, к 2030 году Китай обгонит США и станет крупнейшим потребителем нефти. Энергетические потребности страны определяют мировой темп роста спроса на все виды ископаемого топлива. Китай станет крупнейшим потребителем основных видов топлива: в стране будет использоваться 17% мировой нефти, около 10% газа и 53% угля.

К 2035 году спрос на энергоресурсы в Китае превысит суммарный спрос США и Европы. Растущие потребности Китая в энергии все больше и больше удовлетворяются за счет возобновляемых источников энергии, природного газа и электроэнергии, в то время как потребность в угле отходит на второй план. Суммарная мощность ветровых и солнечных электростанций, самого быстроразвивающегося сегмента китайской электроэнергетики, превысила 410 ГВт. Они совместно выработали 629,5 ТВт\*ч электроэнергии.

Общее потребление первичной энергии (нефть, газ, уголь, уран, ГЭС, ВИЭ) должно поддерживаться на уровне 5 млрд т угольного эквивалента, с последующим уменьшением доли угля.

Установленная мощность электроэнергетики КНР превысила отметку в 2000 ГВт по итогам прошедшего года. Выработка электроэнергии выросла на 4,7% и составила 7325 ТВт\*ч.

В частности, Китай утвердил новую Энергостратегию до 2050 г. под названием «Энергосистема для прекрасного Китая». Этот документ предусматривает:

- экономический рост и трансформацию энергосистемы в экологически чистую;
- ВВП на душу населения должен вырасти в 3,8 раза к уровню 2016 г. и составить 30 765 долл./человека при расчетах на ту же численность населения;

- снижение спроса на электроэнергию за счет трансформации экономического уклада.

Объем потребления угля в Китае к 2050 г. должен сократиться к уровню 2016 г. в 3–5 раз в зависимости от рассматриваемого сценария: с 2703 млн т угольных единиц (т у.е.) в 2016 г. до 846 – 534 млн т у.е. в 2050 г.

Прогноз по природному газу неоднозначен, так как базовый сценарий государственной политики предусматривает незначительный рост потребления с 217 млрд м<sup>3</sup> в 2016 г. до 238 млрд м<sup>3</sup> в 2050 г., а экологический сценарий прогнозирует снижение спроса почти наполовину – до 123 млрд м<sup>3</sup> к 2050 г., поскольку «природный газ не занимает значительную долю в энергосистеме, потому что имеется альтернатива из более дешевых ВИЭ». По нефти существует та же «вилка»: как вверх до 1100 млн т у.е., так и падение до 600 млн т у.е. в 2050 г. против 800 млн т угольных единиц в 2016 г.

Были предложены два сценария развития энергосистемы до 2050 года: «Сценарий заявленной политики», предполагающий энергичную реализацию текущей и заявленной политики для энергетического сектора, и «Сценарий ниже 2° С» с более высокими амбициями по сокращению выбросов CO<sub>2</sub>, направленный на выполнение амбиций по созданию чистой, низкоуглеродной, безопасной и эффективной энергетической системы к 2050 году.

Сценарии основаны на следующих основных предположениях:

- цели экономического развития должны увеличить ВВП в четыре раза в реальном выражении с 82 трлн юаней в 2017 году до 324 трлн юаней к 2050 году;
- ожидается, что в 2050 году численность населения будет на сегодняшнем уровне - 1,38 миллиарда человек;
- краткосрочные цели 13-го пятилетнего плана по энергетике будут выполнены в 2020 году, а также цели 3-летнего плана действий по

защите голубого неба, 13-го пятилетнего плана по охране окружающей среды и план экологически чистого отопления в Северном Китае;

– энергоэффективность резко снижает конечное потребление энергии, например, в сценарии ниже 2 ° С это составляет 56% от ситуации отсутствия улучшений к 2050 году и немного выше в сценарии государственной политики;

– Китай достигает цели - 10% природного газа от общего потребления первичной энергии к 2020 году, а в сценарии «Заявленная политика» потребление природного газа увеличится до 15%. Сценарий ниже 2 ° С не требует увеличения доли после 2020 года;

– целевая задача по выработке 50% электроэнергии, не связанной с ископаемым топливом, согласно Стратегии революции в энергопотреблении, достигнута и на практике превзойдена в сценариях.

Сценарий государственной (заявленной) политики предусматривает снижение углеродоемкости на 40-45% к 2020 году и на 60-65% к 2030 году. Цены на CO<sub>2</sub> в энергетическом секторе линейно растут с 50 юаней за тонну в 2020 году до 100 юаней за тонну в 2040 году.

Предполагается, что технологические затраты будут сопровождаться снижением затрат на установку и эксплуатацию в расчете на МВт, а также улучшением качества технологий ВИЭ. Паритет энергосистемы достигается для большинства ветряных и солнечных установок в 2020-х годах на основе LCOE, и большинство основных возобновляемых источников энергии будут значительно дешевле, чем производство ископаемых к 2050 году.

Цены на уголь и природный газ следуют индексируемому развитию сценария новой политики МЭА в сценарии заявленных политик и сценарию устойчивого развития МЭА при температуре ниже 2 ° С .

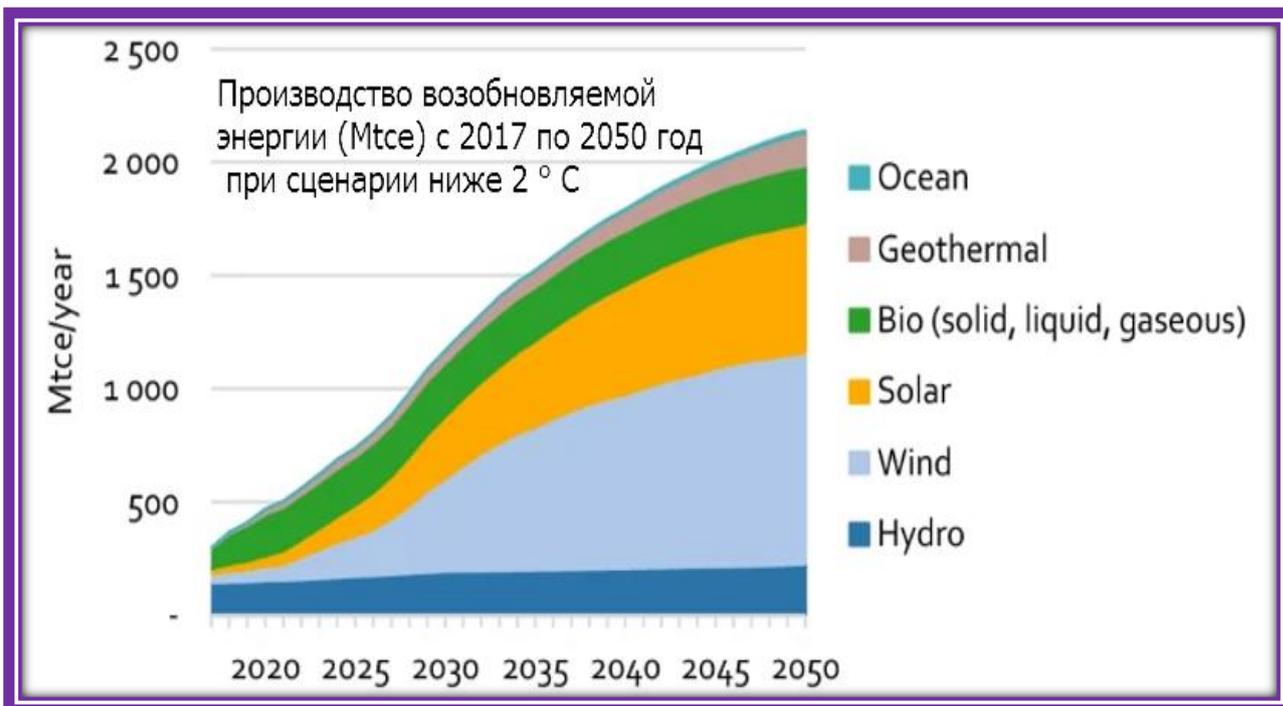


Рисунок И.1 — Производство возобновляемой энергии с 2017 г. по 2050 г. при сценарии ниже 2°С

Китай сохраняет текущую строгую политику в отношении ограничения угля и сокращения угля. Следовательно, к 2050 году потребление угля ограничено 1 млрд тонн.

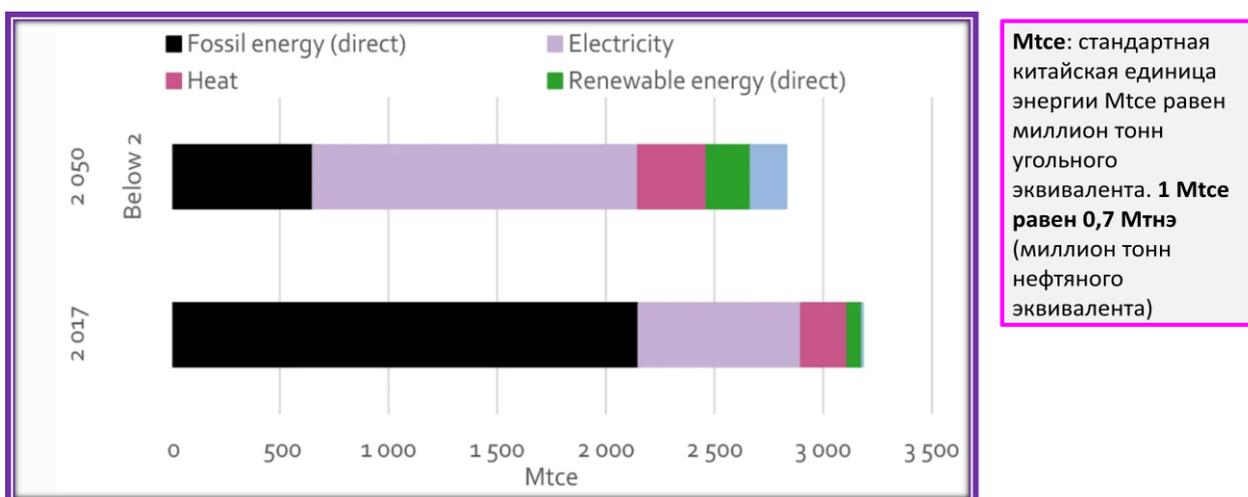


Рисунок И.2 — Доли различных источников энергии в конечном спросе на энергию

Возобновляемая энергия в 2050 г будет занимать 55%

Из-за трансформации китайской экономики, массового внимания к энергоэффективности и электрификации промышленности и транспортного

сектора конечное потребление энергии в 2050 году ниже, чем в 2017 году, а распределение по источникам энергии сильно отличается:

в 2050 году в энергоснабжении преобладают возобновляемые источники энергии, в основном, ветровой и солнечной. Потребление угля сведено к минимуму, что позволяет гибко использовать угольные электростанции. Нефть в основном используется в транспортном секторе и сокращается за счет электрификации, несмотря на значительно более активную транспортную активность в 2050 году. Природный газ не играет большой роли в энергоснабжении в 2050 году, поскольку он слишком дорог по сравнению с возобновляемыми источниками энергии. Гидроэнергетика и атомная энергетика обеспечивают стабильное производство электроэнергии, хотя оба этих источника энергии имеют ограниченный потенциал и возможности размещения.

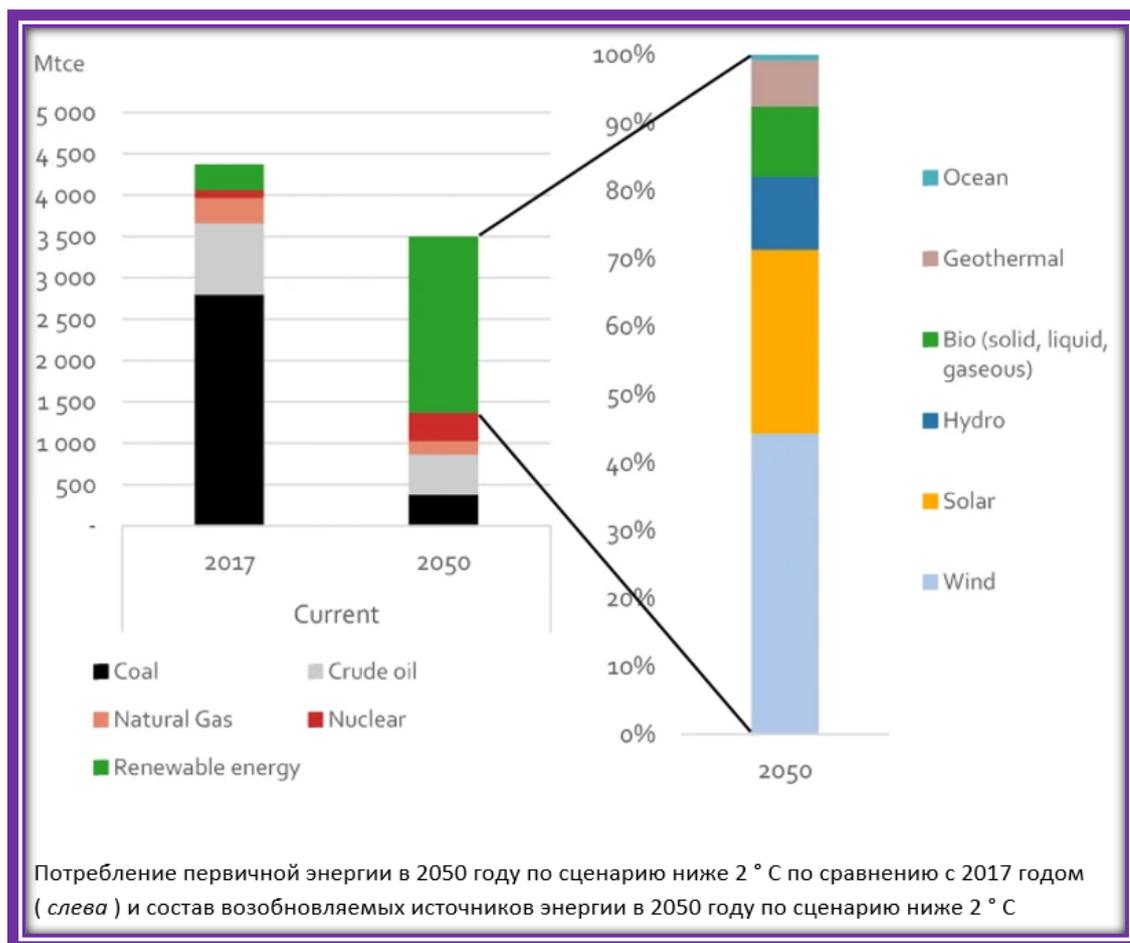


Рисунок И.3 — Потребление первичной энергии в 2050 г. по сценарию ниже 2°С по сравнению с 2017 г. (слева) и состав возобновляемых источников энергии в 2050 г. по сценарию ниже 2°С

По энергостратегии «Прекрасный Китай» в 2050 году в энергоснабжении будут преобладать возобновляемые источники энергии, в основном, ветровой и солнечной. Потребление угля сведено к минимуму, что позволяет гибко использовать угольные электростанции. Нефть в основном используется в транспортном секторе и сокращается за счет электрификации, несмотря на значительно более активную транспортную активность в 2050 году. Природный газ не играет большой роли в энергоснабжении в 2050 году, поскольку он слишком дорог по сравнению с возобновляемыми источниками энергии.

## ПРИЛОЖЕНИЕ К

### Методы прогнозирования<sup>3</sup>

#### 1 Сингулярные (симплексные) методы прогнозирования

##### 1.1 Классификация методов прогнозирования

Бурное развитие прогностики как науки привело к созданию множества методов, процедур приемов прогнозирования, далеко не равноценных по своему значению. Отсутствие их четкой систематизации приводит к дальнейшему расширению инструментария прогностики зачастую малоценными и компилятивными методами.

По оценкам зарубежных и отечественных систематиков прогностики, уже насчитывается свыше 150 методов прогнозирования. Число базовых методов прогностики, которые в тех или иных вариациях повторяются в других методах, гораздо меньше. Многие из этих «методов» относятся скорее к отдельным приемам или процедурам прогнозирования, другие представляют набор отдельных приемов, отличающихся от базовых или друг от друга количеством частных приемов и последовательностью их применения.

В литературе имеется большое количество классификационных схем методов прогнозирования. Однако большинство из них или неприемлемы, или обладают недостаточной познавательной ценностью. Основной погрешностью существующих классификационных схем является нарушение принципов классификации. К числу основных таких принципов, на наш взгляд, относятся: достаточная полнота охвата прогностических методов, единство классификационного признака на каждом уровне членения (при многоуровневой классификации), непересекаемость разделов классификации, открытость классификационной схемы (возможность дополнения новыми методами).

---

<sup>3</sup> Составлено авторами по книге «Рабочая книга по прогнозированию» (М.: Мысль, 1982. – 430 с.)

Безусловно, имеют право на существование частные классификационные схемы, предназначенные для определенной цели или задачи. Но при этом важно, чтобы на данном этапе развития науки была создана базовая (или генеральная) классификация, обладающая многоцелевым характером и универсальностью.

Авторы не претендуют на универсальность предлагаемой ниже трехуровневой классификации методов прогнозирования. Каждый уровень детализации (членения) определяется своим классификационным признаком: степенью формализации, общим принципом действия, способом получения прогнозной информации.

По степени формализации все методы прогнозирования делятся на интуитивные и формализованные. Интуитивное прогнозирование применяется тогда, когда объект прогнозирования либо слишком прост, либо настолько сложен, что аналитически учесть влияние многих факторов практически невозможно. В этих случаях прибегают к опросу экспертов. Полученные индивидуальные и коллективные экспертные оценки используют как конечные прогнозы или в качестве исходных данных в комплексных системах прогнозирования.

В выборе методов прогнозирования, комплекслируемых в систему, важным показателем является глубина упреждения прогноза. При этом необходимо не только знать абсолютную величину этого показателя, но и отнести его к длительности эволюционного цикла развития объекта прогнозирования. Для этого можно использовать предложенный <...> безразмерный показатель глубины (дальности) прогнозирования ( $\tau$ )

$$\tau = \frac{\Delta t}{t_x}, \text{ где} \quad (\text{К.1})$$

$\Delta t$  — абсолютное время упреждения;

$t_x$  — величина эволюционного цикла объекта прогнозирования.

Формализованные методы прогнозирования являются действенными, если величина глубины упреждения укладывается в рамки эволюционного цикла ( $\tau \leq 1$ ). При возникновении в рамках прогнозного периода «скачка» в развитии объекта прогнозирования ( $\tau \approx 1$ ) необходимо использовать интуитивные методы как для определения силы «скачка», так и для оценки времени его осуществления. В этом случае формализованные методы применяются для оценки эволюционных участков развития до и после скачка. Если же в прогножном периоде укладывается несколько эволюционных циклов развития объекта прогнозирования ( $\tau \geq 1$ ), то при комплексировании систем прогнозирования большее значение имеют интуитивные методы.

В зависимости от общих принципов действия интуитивные методы прогнозирования, например, можно разделить на две группы: индивидуальные экспертные оценки и коллективные экспертные оценки.

Методы коллективных экспертных оценок уже можно отнести к комплексным системам прогнозирования (обычно неполным), поскольку в последних сочетаются методы индивидуальных экспертных оценок и статистические методы обработки этих оценок. Но так как статистические методы применяются во вспомогательных процедурах выработки прогнозной информации, на наш взгляд, коллективные экспертные оценки целесообразнее отнести к сингулярным методам прогнозирования.

В группу индивидуальных экспертных оценок можно включить (принцип классификации — способ получения прогнозной информации) следующие методы: метод «интервью», аналитические докладные записки, написание сценария. В группу коллективных экспертных оценок входят анкетирование, методы «комиссий», «мозговых атак» (коллективной генерации идей).

Класс формализованных методов в зависимости от общих принципов действия можно разделить на группы экстраполяционных, системно-структурных, ассоциативных методов и методов опережающей информации.

В группу методов прогнозной экстраполяции можно включить методы наименьших квадратов, экспоненциального сглаживания, вероятностного моделирования и адаптивного сглаживания. К группе системно-структурных методов — отнести методы функционально-иерархического моделирования, морфологического анализа, матричный, сетевого моделирования, структурной аналогии. Ассоциативные методы можно разделить на методы имитационного моделирования и историко-логического анализа. В группу методов опережающей информации — включить методы анализа потоков публикаций, оценки значимости изобретений и анализа патентной информации.

Представленный перечень методов и их групп не является исчерпывающим. Нижние уровни классификации открыты для внесения новых элементов, которые могут появиться в процессе дальнейшего развития инструментария прогностики.

Некоторые не названные здесь методы являются или разновидностью включенных в схему методов, или дальнейшей их конкретизацией.

## 1.2 Прогнозная экстраполяция

В методическом плане основным инструментом любого прогноза является схема экстраполяции. Различают формальную и прогнозную экстраполяцию. Формальная базируется на предположении о сохранении в будущем прошлых и настоящих тенденций развития объекта прогноза. При прогнозной экстраполяции фактическое развитие увязывается с гипотезами о динамике исследуемого процесса с учётом в перспективе его физической и логической сущности.

Основу экстраполяционных методов прогнозирования составляет изучение временных рядов, представляющих собой упорядоченные во времени наборы измерений тех или иных характеристик исследуемого объекта, процесса.

Временной ряд  $y_t$ , может быть представлен в следующем виде:

$$y_t = x_t + \varepsilon_t, \quad (\text{К.2})$$

где  $x_t$  — детерминированная неслучайная компонента процесса;

$\varepsilon_t$  — стохастическая случайная компонента процесса.

Если детерминированная компонента (тренд)  $x_t$  характеризует существующую динамику развития процесса в целом, то стохастическая компонента  $\varepsilon_t$  отражает случайные колебания или шумы процесса. Обе составляющие процесса определяются каким-либо функциональным механизмом, характеризующим их поведение во времени. Задача прогноза состоит в определении вида экстраполирующих функций  $x_t$  и  $\varepsilon_t$  на основе исходных эмпирических данных.

Первым этапом экстраполяции тренда является выбор оптимального вида функции, огибающей эмпирический ряд. Для этого проводятся предварительная обработка и преобразование исходных данных с целью облегчения выбора вида тренда путем сглаживания и выравнивания временного ряда, определения функций дифференциального роста, а также формального и логического анализа особенностей процесса. Следующим этапом является расчет параметров выбранной экстраполяционной функции.

Наиболее распространенными методами оценки параметров зависимостей являются метод наименьших квадратов и его модификации, метод экспоненциального сглаживания, метод вероятностного моделирования и метод адаптивного сглаживания.

<...> Из общей формулы можно получить оценки среднеквадратической ошибки прогноза для линейной, квадратичной и других моделей, а также для случая, когда отсутствует автокорреляция, т.е.  $R_{xx}(k) = 0$ . Кроме того, с использованием данной формулы можно построить процедуру выбора оптимального параметра сглаживания по минимуму среднеквадратической ошибки прогноза для определенной глубины прогноза

и для конкретного вида автокорреляционной функции: путем перебора  $\alpha$  для каждого значения глубины прогноза определяется  $\sigma_y^2$  и минимальной величине  $\sigma_y^2$  будет соответствовать оптимальное  $\alpha$ . Процедура строится следующим образом: в зависимости от вида прогнозной модели задаются вектор-строка  $T = [l_1, l_2, \dots, l_n]$ ; рассчитываются значения экспоненциальных средних и формируется вектор-столбец  $\bar{S}_t^{[p]}$ ; определяются элементы обратной матрицы  $M^{-1}$ ; для конкретных значений  $\tau$  — глубины прогноза,  $\bar{S}_t(x)$  и  $M^{-1}$  вычисляются элементы  $l_i$  и  $S_j$ ; для всех возможных сдвигов рассчитываются значения автокорреляционной функции исходного динамического ряда; затем методом перебора определяется такое значение параметра сглаживания  $\alpha$ , которое бы обеспечивало минимум среднеквадратической ошибки прогноза  $\sigma_y^2$ . Процедура повторяется для всех  $\tau$ .

<...> В ряде случаев параметр  $\alpha$  выбирается таким образом, чтобы минимизировать ошибку прогноза, рассчитанного по ретроспективной информации.

Весьма существенным для практического использования является вопрос о выборе порядка прогнозирующего полинома, что во многом определяет качество прогноза. В работах [1, 2] показано, что превышение второго порядка модели не приводит к существенному увеличению точности прогноза, но значительно усложняет процедуру расчета.

Данный метод является одним из наиболее надежных и широко применяется в практике прогнозирования. Учитывая, что метод экспоненциального сглаживания является обобщением метода наименьших квадратов, можно надеяться, что он будет совершенствоваться и дальше как в теоретическом, так и в прикладном аспекте. Одно из наиболее перспективных направлений развития данного метода представляет собой метод разностного прогнозирования, в котором само экспоненциальное сглаживание рассматривается как частный случай [3, 4, 5].

### 1.3 Метод вероятностного моделирования

Прогнозирование с использованием вероятностных моделей базируется на методе экспоненциального сглаживания. Вероятностные модели по своей сути отличны от экстраполяционных моделей временных рядов, в которых основой является описание изменения во времени процесса.

Во временных рядах модели представляют собой некоторую функцию времени с коэффициентами, значения которых оцениваются по наблюдениям. В вероятностных моделях оцениваются вероятности, а не коэффициенты.

Пусть определено  $n$  взаимно независимых и исключаяющих событий. В каждом случае наблюдения измеряются в единой шкале, помещаются в  $(n+1)$  ограниченный класс и обозначаются так:  $x_0 < x_1 < \dots < x_n$ . Событие, связанное с наблюдением  $x(t)$ , соответствует числу интервалов, в которое это событие попадает, т.е. существует единственное значение  $k$ , такое, что  $x_{k-1} < x(t) \leq x_k$ . И поэтому  $k$ -е событие связывается с наблюдением  $x(t)$ .

Рассмотрим метод оценивания вероятностей  $\hat{p}_n(t)$ , связанных с различными событиями  $x_{k-1} < x(t) \leq x_k$ . На первом, этапе задаются начальные значения различных вероятностей:  $\hat{p}_k(0)$ ,  $k=1, 2, \dots, n$ . Наблюдение  $x(t)$  связано с  $k$ -м событием следующим образом: если  $x_{k-1} < x(t) \leq x_k$ , то строится единичный вектор  $\bar{u}_k$ ,  $(k-1)$  компонент которого равен 0 и  $k$ -й компонент равен 1. Это может быть  $k$ -м столбцом единичной матрицы ранга  $k$ . Например, в предположении, что имеются пять классов и наблюдение попало во второй класс, соответствующий единичный вектор будет  $\bar{u}_2 = 01000$ .

Процесс, реализующий оценки вероятностей, описывается вектором сглаживания по формуле

$$\hat{p}(t) = \alpha \bar{u}_k + (1 - \alpha) \tilde{p}(t-1) \quad (K.3)$$

Каждая компонента вектора меняется по закону простого экспоненциального сглаживания между нулем и единицей. Если вектор  $\tilde{p}(t-1)$  вероятностный, то все его компоненты должны быть неотрицательными и их сумма должна быть равна 1. Значение оценки  $\hat{p}_k(t)$  есть результат экспоненциального сглаживания, и если распределение вероятностей наблюдений  $x(t)$  не меняется, то получаемые вероятности и будут действительными вероятностями  $k$ -го события. Если существует достаточно длительная реализация процесса, то начальные оценки со временем перестанут оказывать влияние (будут достаточно «взвешены») и вектор сглаживания будет в среднем описывать вероятности и взаимно исключаящих, и независимых событий. Значения компонент вектора  $\bar{y}(t)$  представляют собой выборку с биномиальным распределением, поэтому дисперсии  $k$ -й компоненты будут  $\tilde{p}_k(1-\tilde{p}_k)$ . Дисперсия оценок  $k$ -й вероятности определяется соотношением

$$\sigma_k^2 = \frac{\alpha}{2-\alpha} \tilde{p}_k(1-\tilde{p}_k), \quad (\text{К.4})$$

где  $\alpha$  — константа сглаживания ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ), используемая для получения оценок вектора вероятностей.

Возможны два варианта. В первом варианте пределы классов заданы так, что  $p_k$  может быть или очень большим (около 1), или очень малым (около 0). Тогда дисперсия компонент вектора вероятностей будет небольшой. Если форма распределения меняется со временем, большое значение константы сглаживания может быть использовано, чтобы устранить влияние «старой» информации.

Во втором варианте распределение вероятностей постоянно во времени, нет необходимости «взвешивать» старую информацию. Малое значение константы сглаживания, может быть, позволит уменьшить

дисперсию оценок. Тогда можно использовать меньшие интервалы классов с не очень большими вероятностями.

Автоматизированные системы прогнозирования требуют постоянного добавления новых значений информации. Некоторые системы могут просто накапливать информацию, затем использовать ее для прогноза. Если мы имеем дело с поступающей информацией, то система может практически бездействовать в течение значительного промежутка времени. Если информация достаточно важна, следует рассматривать ее как непрерывный во времени поток наблюдений или предсказывать распределение поступлений наблюдений. Очевидно, для таких прогнозов следует использовать модель, изложенную выше. Если в какой-то период нет никаких наблюдений, можно перестроить систему на другой вид информации. Кроме того, оценки коэффициентов (или других параметров) в модели прогноза не изменяются, если наблюдения равны нулю; соответственно и прогноз будет тем же [2, 6].

Вероятностная модель оперирует последовательностью наблюдений с учетом их распределения и игнорирует последовательность этой информации уже непосредственно во времени. Поэтому вектор вероятностей  $p(t)$ , который служит текущей оценкой вероятностей  $n$  отдельных событий, является оценкой этих вероятностей в будущем. Последовательность наблюдений может быть представлена как временной ряд  $x(t)$ , где  $x$  измерен по некоторой шкале  $x_0 \leq x \leq x_n$ , а  $x_0$  и  $x_n$  есть минимум и максимум возможных значений наблюдений.

Поэтому  $p$ -й перцентилью будет такое число  $x_p$ , что для  $p$  процентов времени реализуется условие  $x_0 \leq x(t) \leq x_p$ , а  $(100-p)$  процентов —  $x_p \leq x(t) \leq x_n$ . Кумулятивная вероятность того, что наблюдение попадает левее по шкале, для данного класса записывается так:

$$p_r \{x \leq x_k\} = P_k = \sum_{i=1}^k P_i \quad (\text{K.5})$$

Очевидно,  $p_0 = 0$  и  $p_k = 1, 0$ .

Для связи с вероятностью дается несколько иное представление, нежели процентное. Если  $p = p_k$  для класса  $k$ , то в этом случае [2]

$$\sum_{i=1}^k p_i(t) = \hat{p}_{k-1}(t) < p < \hat{p}_k(t) = \sum_{i=1}^k p_i(t) \quad (\text{К.6})$$

Кумулятивная вероятность  $\hat{p}_{k-1}(t)$  для класса  $x_{k-1}$  меньше, чем желаемая вероятность, которая в свою очередь меньше, чем кумулятивная вероятность  $\hat{p}_k(t)$  для следующего класса. Простейшая оценка необходимой процентиля может быть получена по линейной интерполяции

$$x_p(t) = \frac{[\hat{p}_k(t) - p]x_{k-1} + (p - \hat{p}_{k-1}(t))x_k}{\hat{p}_k(t) - \hat{p}_{k-1}(t)} \quad (\text{К.7})$$

Если классы очень малы (или  $p_k$  близко к  $p_{k-1}$ ), линейная интерполяция достаточно хороша. Возможно и интерполирование по полиномам более высокой степени. Около хвостов распределения можно ожидать, что кумулятивная вероятность ведет себя как

$$p(x) = 1 - j^x \text{ или } p(x) = 1 - \delta x^2, \quad (\text{К.8})$$

где  $j$  или  $\delta$  — числа меньше единицы. Такие функции могут быть оценены на основании имеющейся информации.

Определим дисперсию вероятностей модели следующим образом:

$$\sigma_x^2 = \bar{x}^2 - x^2, \quad (\text{К.9})$$

где величина  $\bar{x}^2$  может быть оценена экспоненциальным сглаживанием квадратов наблюдений. Можно считать, что наблюдения почти всегда распределены нормально. Тогда вероятностная модель может быть применена непосредственно к этим наблюдениям.

Пусть  $x$  — случайная величина с ожиданием  $m$  и конечной дисперсией  $\sigma$ . Тогда сумма  $n$  случайных выборок  $x$  будет нормально распределена со средним  $nm$  и дисперсией  $n^{-1}\sigma^2$ , и вероятности как суммы точек наблюдений будут распределены нормально.

Пусть случайная величина  $x$  распределена между нулем и единицей. Введем функцию

$$f(x) = \begin{cases} 1, & \text{если } 0 \leq x \leq 1, \\ 0, & \text{если } x < 0 \text{ или } x > 1 \end{cases} \quad (\text{K.10})$$

Пусть  $y_N$  — сумма  $N$  случайных выборок, тогда функция распределения этих сумм будет

$$f_N(y) = \frac{1}{(N-1)!} \left[ y^{N-1} - \binom{N}{1}(y-1)^{N-1} + \binom{N}{2}(y-2)^{N-2} + \dots \right] \quad (\text{K.11})$$

где  $0 < y < N$ . Находим среднее значение и дисперсию для величины  $y$

$$\bar{y} = \frac{N}{2}; \sigma_y^2 = \frac{N}{12} \quad (\text{K.12})$$

$p$ -я процентиль является точкой этого распределения. Тогда можно выразить точку  $y_p$  через среднюю и дисперсию распределения:

$$y_p = \bar{y} + k_p \sigma_y = \frac{N}{2} + k_p \sqrt{\frac{N}{12}} \quad (\text{K.13})$$

где  $k_p$  — некоторый множитель, учитывающий число степеней свободы распределения.

Данное соотношение может служить основой оценок для вероятностной модели. При достаточном количестве исходной информации вероятностная модель может дать вполне надежный прогноз. Кроме того, эта модель отличается большой простотой и наглядностью. Оценки, получаемые с помощью этой модели, имеют вполне конкретный смысл. Недостатком модели является требование большого количества наблюдений и незнание начального распределения, что может привести к неправильным оценкам. Тем не менее при определении процедуры начального распределения или с помощью байесовского метода, корректируя его, можно рассматривать вероятностную модель как эффективный метод прогноза.

#### 1.4 Метод адаптивного сглаживания

Обобщением обычного экспоненциального сглаживания является так называемое адаптивное сглаживание [2].

Пусть рассматриваемый процесс представлен в виде

$$\xi(t) = a_1 f_1(t) + \dots + a_n f_n(t) = \sum_{i=1}^n a_i f_i(t) \quad (\text{K.14})$$

где  $f_i(t)$  — набор некоторых известных функций времени;

$a_i$  — неизвестные коэффициенты;  $i = 1, n$ .

Таковыми функциями могут быть:

$$f_1(t) = t; f_2(t) = t + t^2; f_n(t) = \frac{1}{t}; f_n(t) = \ln t \quad (\text{K.15})$$

Наблюдения процесса могут быть представлены как

$$x(t) = \xi(t) + \varepsilon_1, \quad (\text{K.16})$$

где  $\varepsilon_t$  — случайная величина, подчиняющаяся условиям:

$$M(\varepsilon_t) = 0; M(\varepsilon_t, \varepsilon_\tau) = 0 \text{ при } t \neq \tau \quad (\text{К.17})$$

Прогноз моделей вида (1) определяется по формуле:

$$\hat{x}(t + \tau) = \sum_{i=1}^k a_i(t) f_i(t + \tau) \quad (\text{К.18})$$

где  $\tau$  — глубина прогноза.

Для оценки неизвестных коэффициентов используется метод наименьших квадратов, т. е. минимизируется сумма

$$\sum_{j=1}^T \beta^j \left[ x(T-j) - \sum_{i=1}^n \hat{a}_i(T) f_i(T-j) \right]^2 \rightarrow \min \quad (\text{К.19})$$

где  $\beta$  — некоторый весовой коэффициент, подчиняющийся условию  $0 \leq \beta \leq 1$ ,  $T$  — последняя точка наблюдений.

Вводятся обозначения:

пусть  $\bar{x} = (x_1 \dots x_T)$  — вектор — строка наблюдений,

$$\bar{f}(t) = \begin{bmatrix} f_1(t) \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ f_n(t) \end{bmatrix} \text{ — вектор столбец значений известных функций в момент } t.$$

Строим  $\varphi$  — матрицу порядка  $(n \times T)$  с элементами  $f_i(t)$  в  $i$ -й строке и в  $t$ -м столбце.

Модель можно представить в векторной форме:

$$x_t = \bar{a}^T \hat{f}(t) \quad (\text{К.20})$$

где  $\hat{a}^T$  — транспонированный вектор коэффициентов модели.

Вектор  $\hat{x}$  — последовательность значений, даваемых моделью, — можно выразить как  $\bar{a}^T \wp$ .

При принятых обозначениях условия минимума запишутся следующим образом:

$$-\bar{X}WW^T \wp^T + \bar{a}^T \wp W(\wp W)^T = 0 \quad (\text{K.21})$$

или

$$\bar{X}WW^T \wp^T = \bar{a}^T \wp WW^T \wp^T \quad (\text{K.22})$$

где  $\omega$  — диагональная матрица весов порядка  $(TxT)$ . Введем вспомогательную матрицу  $F$  порядка  $(n \times n)$

$$F = \wp W(\wp W)^T = \sum_{i=1}^T \omega_i^2 \hat{f}(t) \hat{f}^T(t) \quad (\text{K.23})$$

Тогда (И.22) можно представить в виде

$$\hat{X}WW^T \wp^T = \bar{a}^T F \quad (\text{K.24})$$

откуда непосредственно можно получить искомое значение вектора неизвестных коэффициентов

$$\bar{a}^T = \hat{X}W^2 \wp^T F^{-1} \quad (\text{K.25})$$

Поскольку модель описывает наблюдения с ошибкой  $\varepsilon_t$ , то из (K.25) получаем некоторые значения коэффициентов  $a_i, T, e, \tilde{a}_i$ . Дисперсия оценки  $i$ -го коэффициента модели  $\hat{a}_i$  определяется по формуле

$$\sigma_{\hat{a}_i}^2 = V_{ii} \sigma^2, \quad (\text{K.26})$$

где  $\sigma^2$  — дисперсия ряда рассогласований исходных и модельных значений.

Дисперсия модельных значений процесса определяется соотношением:

$$\sigma_{\hat{x}_i}^2 = \sigma^2 f^T(t) V \hat{f}(t) \quad (\text{K.27})$$

Определим весовые множители как  $\omega_{T-j}^2 = \beta^j$ , и тогда матрица  $F$  представляется как

$$F_{ik} = \sum_{j=0}^{T-1} \beta^j f_i(T-j) f_k(T-j) \quad (\text{K.28})$$

Матрица  $F$  будет различной для различных временных интервалов, и ее можно представить в следующей рекурсивной форме:

$$F(t) = \hat{j}(t) \hat{j}^T(t) + \beta F(t-1) \quad (\text{K.29})$$

Или

$$F_{ik}(t) = f_i(t) f_k(t) + \beta F_{ik}(t-1) \quad (\text{K.30})$$

Начальные условия задаются в виде  $F(0) = \hat{f}(0) \hat{f}^T(0)$  или

$$F_{ik}(0) = f_i(0) f_k(0) \quad (\text{K.31})$$

Введем вектор

$$g(T) = \begin{bmatrix} g_1(T) \\ g_2(T) \\ \dots \\ g_n(T) \\ g_i(T) \end{bmatrix} = \bar{X}W^TWF \quad (\text{K.32})$$

или покомпонентно

$$g_i(T) = \sum_{j=0}^{T-1} \beta^j x(T-j) f_i(T-j) \quad (\text{K.33})$$

Каждая компонента этого вектора меняется при получении каждого нового наблюдения и подчиняется рекуррентному соотношению:

$$g_i(T) = x(T) f_i(T) + \beta g_i(T-1) \quad (\text{K.34})$$

начальные значения:

$$g_i(0) = x(0) f_i(0) \quad (\text{K.35})$$

Оценки коэффициентов при достаточном количестве наблюдений получаются как

$$\hat{a}^T = \hat{a}^T(T) = \hat{g}(T)F^{-1}(T) \quad (\text{K.36})$$

Непосредственно прогноз реализуется по формуле

$$x(T+\tau) = \hat{a}^T(T) \hat{f}(T+\tau) = \sum_{i=1}^K \hat{a}_i(T) f_i(T+\tau) \quad (\text{K.37})$$



$$\hat{g}(t) = \bar{x}(t)\bar{f}(0) + \sum_{j=1}^t \beta_j L^{-1} f(-j+1)x(t-j) \quad (\text{K.42})$$

Изменим индексы суммирования, именно к  $j$  — 1, и получим

$$\hat{g}(t) = \bar{x}(t)\bar{f}(0) + \beta L^{-1} \bar{g}(t-1) \quad (\text{K.43})$$

Это определение вектора  $\bar{g}(t)$  характерно тем, что его текущие значения зависят как от текущих значений  $x(t)$ , так и от предыдущих значений самого вектора  $\bar{g}(t-1)$ , но величины  $\beta L^{-1}$  не зависят от абсолютного времени и для конкретного счета, например, на ЭВМ могут задаваться как константы программ.

Аналогично получаем для матрицы  $F(t)$ :

$$F(t) = \sum_{j=0}^t \beta^j \bar{f}(-j)\bar{f}^T(-j) = F(t-1)f^T(-t) \quad (\text{K.44})$$

Поскольку  $\beta < 1$ ,  $\beta$  стремится к нулю в большинстве случаев быстрее, чем растет  $f(t)$ , постольку матрица  $F(t)$  стремится к постоянной. Хотя для случая, когда  $f(t) = e^{at}$ , матрица  $F(t)$  становится постоянной, лишь когда  $\beta < e^{-2a}$ .<sup>2a</sup> Оценку коэффициентов модели получаем в виде

$$\bar{a}(t) = F^{-1} \bar{g}(t) \quad (\text{K.45})$$

Прогноз осуществляется по формуле

$$\bar{x}(t+\tau) = \hat{a}^T(t)\hat{f}(\tau) = \left[ F^{-1} \bar{g}(t)^T \hat{f}(\tau) = \hat{g}^T(t) F^{-1} f(\tau) = g^T(t) \bar{c}(\tau) \right] \quad (\text{K.46})$$

где  $\bar{c}(\tau)$  — вектор — столбец коэффициентов, зависящих от величины функции в момент  $\tau$ , но не в абсолютное значение времени.

Сравним данный метод с обычным экспоненциальным сглаживанием. Для экспоненциального сглаживания прогноз также представляется заданным в виде некоторого полинома [2, 4, 5, 6].

$$\hat{x}(T + \tau) = \hat{a}_1(T) + \hat{a}_2(T)\tau + \dots + \hat{a}_n(T)\tau^{n-1} - \hat{a}^T(T)\hat{f}(\tau) \quad (\text{K.47})$$

Рассмотрим для простоты линейный:  $\hat{f}(t) = \begin{bmatrix} 1 \\ t \end{bmatrix}$ . Матрица  $F$  и вектор  $g$  определяются как

$$F(T) = \sum_{j=0}^{T-1} \beta^j f(-j) \hat{f}^T(-j) = \sum_{j=0}^{T-1} \beta^j \begin{bmatrix} 1-j \\ -j \ j^2 \end{bmatrix} = (1-\beta)^T \begin{bmatrix} \frac{1}{\alpha} - \frac{\beta}{\alpha^2} \\ -\beta \ \frac{\beta(1+\beta)}{\alpha^2} \end{bmatrix} \quad (\text{K.48})$$

Обратная матрица

$$F^{-1}(T) = \frac{\alpha^4}{\beta(1-\beta^T)} \begin{bmatrix} \frac{\beta(1+\beta)}{\alpha^3} & \frac{\beta}{\alpha^2} \\ \frac{\beta}{\alpha^2} & \frac{1}{\alpha} \end{bmatrix} \quad (\text{K.49})$$

Вектор  $g(T)$ :

$$g(T) = \sum_{j=0}^{T-1} \beta^j \hat{x}(T-j) f(-j) = \begin{bmatrix} \sum_{j=0}^{T-1} \beta^j x(T-j) \\ \sum_{j=0}^{T-1} (-j) \beta^j x(T-j) \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} S_T(x) - \beta^T S_0(x) \\ \alpha_3 [S_T(x) - \beta^T S_0(x)] + \beta^T (T+1) S_0^{[2]}(x) - S_T^{[2]}(x) \end{bmatrix} \quad (\text{K.50})$$

По формуле (K.50) получаем вектор оценок

$$\bar{a}(T) = \frac{1}{(1-\beta)^T} \left[ \begin{array}{l} 2S_T - S_T^{[2]} - 2\alpha\beta^T S_0 + \beta^T (T+1)S_0^{[2]} \\ \frac{\alpha}{\beta} S_T - S_T^{[2]} - \frac{\alpha^2}{\beta} \beta^T S_0 + \frac{\alpha^3}{\beta} \beta^T (T+1)S_0^{[2]} \end{array} \right], \quad (\text{K.51})$$

т.е. получим известные соотношения экспоненциального сглаживания как частный случай.

Рассмотренный метод является более общим, нежели обычный метод экспоненциального сглаживания. При достаточно широком наборе функций  $f_i(t)$  этот метод дает возможность сглаживать и прогнозировать ряды с произвольной динамикой. При наличии достаточной информации можно получить надежный прогноз на интервал больший, чем при обычном экспоненциальном сглаживании. Но это лишь при очень длинных рядах. К сожалению, для данного метода нет строгой процедуры оценки необходимой или достаточной длины исходной информации, для конечных рядов нет конкретных условий оценки точности прогноза. Поэтому для конечных рядов существует риск получить весьма приблизительный прогноз, тем более что в большинстве случаев в реальной практике встречаются ряды, содержащие не более 20 — 30 точек.

Для длинных временных рядов этот метод является более точным и надежным по сравнению с обычным экспоненциальным сглаживанием, но для коротких и средних рядов надежность полученных с его помощью результатов меньше, чем для обычного экспоненциального сглаживания. Этим и определяются возможности его использования в реальной практике.

### 1.5 Интуитивные (экспертные) методы прогнозирования

Прогнозные экспертные оценки отражают индивидуальное суждение специалистов относительно перспектив развития объекта и основаны на мобилизации профессионального опыта и интуиции. Методы экспертных оценок используются для анализа объектов и проблем, развитие которых либо полностью, либо частично не поддается математической формализации, т. е. для которых трудно разработать адекватную модель. Применяемые в

прогнозировании методы экспертной оценки разделяют на индивидуальные и коллективные.

Индивидуальные экспертные методы основаны на использовании мнений экспертов-специалистов соответствующего профиля независимо друг от друга. Наиболее часто применимыми являются следующие два метода формирования прогноза: интервью и аналитические экспертные оценки.

Основными преимуществами рассматриваемых методов являются возможность максимального использования индивидуальных способностей эксперта и незначительность психологического давления, оказываемого на отдельного работника. Однако эти методы мало пригодны для прогнозирования наиболее общих стратегий из-за ограниченности знаний одного специалиста-эксперта о развитии смежных областей науки.

Методы коллективных экспертных оценок основываются на принципах выявления коллективного мнения экспертов о перспективах развития объекта прогнозирования.

В основе применения этих методов лежит гипотеза о наличии у экспертов умения с достаточной степенью достоверности оценить важность и значение исследуемой проблемы, перспективность развития определенного направления исследований, времени свершения того или иного события, целесообразности выбора одного из альтернативных путей развития объекта прогноза и т. д. В настоящее время широкое распространение получили экспертные методы, основанные на работе специальных комиссий, когда группы экспертов за «круглым столом» обсуждают ту или иную проблему с целью согласования мнений и выработки единого мнения. Этот метод имеет недостаток, заключающийся в том, что группа экспертов в своих суждениях руководствуется в основном логикой компромисса.

В свою очередь в методе Дельфи вместо коллективного обсуждения той или иной проблемы проводится индивидуальный опрос экспертов обычно в форме анкет для выяснения относительной важности и сроков свершения гипотетических событий. Затем производится статистическая

обработка анкет и формируется коллективное мнение группы, выявляются, обобщаются аргументы в пользу различных суждений; вся информация сообщается экспертам. Участников экспертизы просят пересмотреть оценки и объяснить причины своего несогласия с коллективным суждением. Эта процедура повторяется 3 — 4 раза. В результате происходит сужение диапазона оценок. Недостатком этого метода является невозможность учета влияния, оказываемого на экспертов организаторами опросов при составлении анкет.

Как правило, основными задачами при формировании прогноза с помощью коллектива экспертов являются: формирование репрезентативной экспертной группы, подготовка и проведение экспертизы, статистическая обработка полученных документов.

При формировании группы экспертов основными являются вопросы определения ее качественного и количественного состава. Отбор экспертов начинается с определения вопросов, которые охватывают решение данной проблемы; затем составляется список лиц, компетентных в этих областях.

Для получения качественного прогноза к участникам экспертизы предъявляется ряд требований, основными из которых являются: высокий уровень общей эрудиции; глубокие специальные знания в оцениваемой области; способность к адекватному отображению тенденции развития исследуемого объекта; наличие психологической установки на будущее; наличие академического научного интереса к оцениваемому вопросу при отсутствии практической заинтересованности специалиста в этой области; наличие производственного и (или) исследовательского опыта в рассматриваемой области.

<...> В методах коллективных экспертных оценок используется подробный статистический анализ экспертных заключений, в результате которого определяются качественные характеристики группы экспертов.

Подготовка к проведению экспертного опроса включает разработку анкет, содержащих набор вопросов по объекту прогноза. Структурно-

организационный набор вопросов в анкете должен быть логически связан с центральной задачей экспертизы. Хотя форма и содержание вопросов определяются спецификой объекта прогнозирования, можно установить общие требования к ним: вопросы должны быть сформулированы в общепринятых терминах, их формулировка должна исключать всякую смысловую неопределенность, все вопросы должны логически соответствовать структуре объекта прогноза, обеспечивать единственное толкование.

<...> При обработке результатов экспертных оценок по относительной важности направлений среднее значение, дисперсия и коэффициент вариации вычисляются для каждого оцениваемого направления. Кроме того, вычисляется коэффициент конкордации, показывающий степень согласованности мнений экспертов по важности каждого из оцениваемых направлений, и коэффициенты парной ранговой корреляции, определяющие степень согласованности экспертов друг с другом.

Для этого производится ранжирование оценок важности, данных экспертами. Каждая оценка, данная экспертом, выражается числом натурального ряда таким образом, что число  $l$  присваивается максимальной оценке, а число  $n$  — минимальной. Если все оценки различны, то соответствующие числа натурального ряда есть ранги оценок  $i$ -го эксперта.

## 1.6 Морфологический анализ

Морфологический подход связан со структурными взаимосвязями между объектами, явлениями и концепциями. Один из его принципиальных аспектов — всеобщность, т. е. использование полной совокупности знаний об объекте; вследствие упора на полноту знаний необходимым требованием для морфологического анализа является полное отсутствие какого-либо предвзятого предварительного суждения. Морфологический подход представляет собой упорядоченный способ рассмотрения предметов и

получения систематизированной информации по всем возможным решениям изучаемой проблемы.

С помощью морфологического анализа в ряде случаев удастся не только упорядочить входную информацию, но и получить качественно новую информацию. Этот метод позволяет ответить на три типа вопросов: какие средства (приборы) необходимы для получения всей информации о данной совокупности явлений; какова последовательность всех явлений, происходящих из определенной причины; как проследить все средства данного класса или все методы данного класса, все решения данной конкретной проблемы.

Морфологический анализ включает целый ряд приемов, но принцип у них один: систематизированное рассмотрение явлений, предметов, стремление не пропустить ни одной возможности, ничего не отбрасывая без предварительного исчерпывающего исследования. Этой цели служит прием систематизированного охвата, при котором исследование начинают с данного уровня знаний. Затем систематически просматривают одну за другой все возможные области знаний, пока не будет достигнут другой уровень знаний. В процессе анализа все объекты разбиваются на группы, каждая из которых подвергается тщательному изучению. Такой подход позволяет накапливать данные для последующих исследований по методу «морфологического ящика», который включает следующие этапы:

- 1) Точная формулировка проблемы, подлежащей решению.
- 2) Тщательный анализ всех параметров, важных с точки зрения решения данной проблемы. Эти параметры выявляются в результате строгой формулировки проблемы, т. е. первого этапа работы.

- 3) Построение «морфологического ящика», потенциально содержащего все решения. Такой «ящик» является многомерным пространством. Если предложенная проблема полностью решена, то каждое отделение этого «ящика» будет содержать только одно возможное решение либо вообще не будет его иметь. Появление двух или более решений в одном отделении

указывает, что не все параметры были учтены или введены в систему. Поэтому производится поиск упущенных параметров.

«Морфологический ящик» строится в виде дерева или матрицы, в клетках которых помещены соответствующие параметры. Последовательное соединение одного какого-либо параметра первого уровня с одним из параметров последующих Уровней представляет собой одно из возможных решений проблемы. Общее количество возможных решений равно произведению числа всех параметров, представленных в «ящике», взятых по строкам. Учитывая, что некоторые из этих решений практически неосуществимы, действительное число решений будет несколько меньше.

В ходе такого упорядоченного анализа возможно не только полностью охарактеризовать заданный объект некоторого класса, но и установить перечень характеристик, которые будут оставаться в силе для любого объекта того же класса. На основе такого набора общих характеристик можно путем перестановок и различных сочетаний выработать вероятностные характеристики объектов, которые еще не существуют, но могут существовать. Именно это свойство делает метод «морфологического ящика» ценным инструментом применительно к исследованию тех или иных научных направлений, перспективности научно-исследовательских работ и возможного исхода технических разработок.

4) Следующий шаг в анализе «морфологического ящика» — изучение всех полученных решений с точки зрения их функциональной ценности. Для этого устанавливается шкала оценок. О характеристиках можно судить, только исходя из каких-то желаемых целей. При поставленных целях ценность различных решений представляется графически в форме так называемых топологических характеристических карт.

Это наиболее сложный момент морфологического анализа. Универсальной формулы для определения функциональной ценности различных решений нет.

5) Заключительный этап — выбор наиболее желательных конкретных решений и их реализация.

Таким образом, в результате этого метода создается новая информация об изучаемом объекте и вырабатывается оценка всех возможных альтернатив для каждой составной части проблемы. Цель его — выработка наиболее приемлемого решения на основе рассмотрения каждого возможного решения. Преимущества данного метода в том, что он осуществим при наличии малого количества информации по изучаемой проблеме, причем для оценки решений можно использовать самые общие критерии.

Метод «морфологического ящика» представляет интерес для прогнозирования возможного исхода фундаментальных исследований.

### 1.7 Прогнозный сценарий

Написание сценария — это метод, с помощью которого устанавливается логическая последовательность событий с целью показать, как, исходя из существующей ситуации, может шаг за шагом разворачиваться будущее состояние объекта исследования. Описание обычно совершается в явно выраженных временных координатах. Эта особенность существенна при прогнозировании в области социально-экономических проблем, однако для целей научно-технических прогнозов введение явной зависимости от времени не всегда обязательно. Основное значение сценария — определение генеральной цели развития объекта прогнозирования, выявление основных факторов фона и формулирование критериев для оценки верхних уровней «дерева целей». В сценарии используются заранее подготовленные прогнозы и материалы по развитию объекта прогнозирования. Разработка сценария принуждает исследователя заниматься деталями и процессами, которые он мог бы легко упустить, если бы ограничился абстрактными соображениями.

При разработке сценария, поскольку в ней принимает участие группа специалистов, всегда возникает неопределенность, связанная с субъективностью их суждений. Ценность сценария тем выше, чем меньше

степень неопределенности, т. е. чем больше степень согласованности мнений экспертов.

Сценарий является той информацией, на основании которой будет проводиться вся дальнейшая работа, поэтому специалисты, разрабатывающие его, должны при работе использовать право консультаций с необходимыми специалистами, пользоваться материалами отраслевых институтов информации, требовать необходимые справки от организаций. Сценарий в готовом виде должен быть подвергнут анализу. Из дальнейшего рассмотрения исключается все то, что, по мнению специалистов, Достаточно обеспечено на рассматриваемый период, т. е. находится на высоком уровне развития. На основании анализа информации, признанной пригодной для предстоящего прогноза, формулируются цели, критерии, рассматриваются альтернативные решения.

На рисунке К.1 показана модель сценария, которая охватывает уровни — от политики до науки. В основе модели лежит целевой подход. В начале прослеживаются требования Политики на внутреннем и внешнем рынках сбыта. Определяется потребности в продукте различных стран мира (внешний рынок) и отраслей промышленности (внутренний рынок).

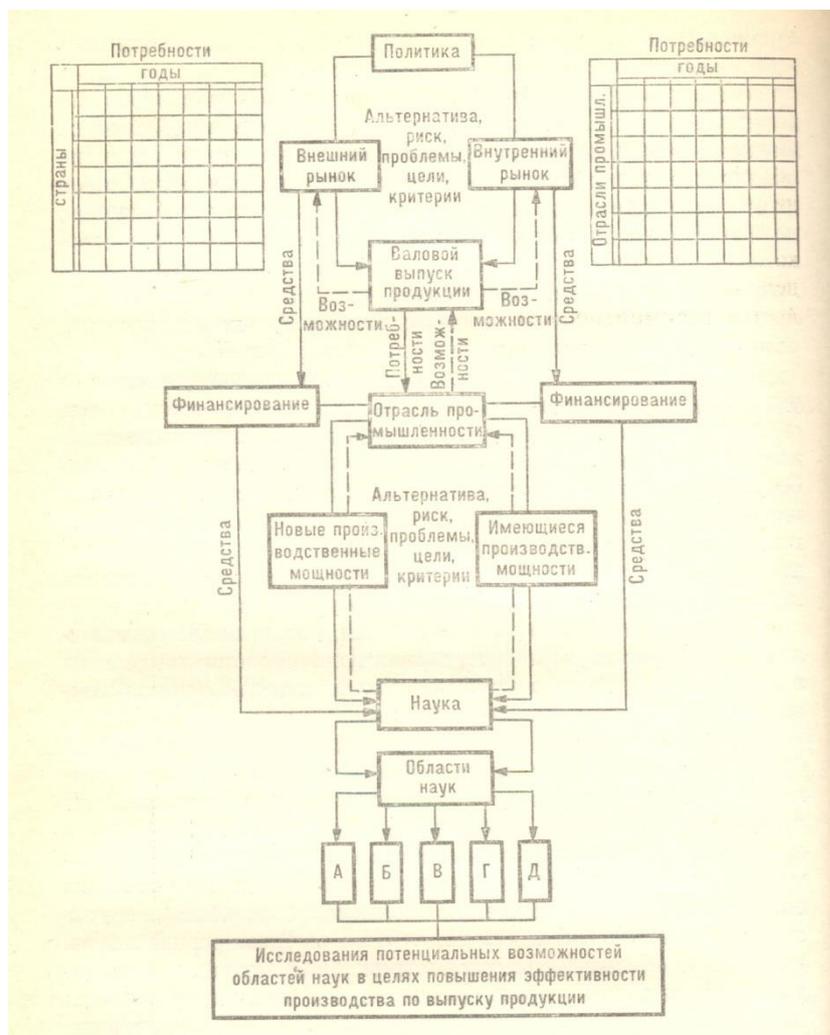


Рисунок К.1 — Модель сценария

На основе анализа политической картины (фона) определяются основные пропорции и соотношения между рынками сбыта. Выбираются альтернативы, цели, критерии, степень риска, размеры возможной экономической выгоды и т. п. Перечисленные факторы определяют потребности в выпуске продукта. Основные критерии показывают, при каких производственных мощностях можно достичь требуемого уровня развития отрасли. С этих позиций рассматривается вклад науки в обеспечение потребности отрасли. Аналогично анализируются возможности отрасли по удовлетворению этих потребностей. Затем сравниваются потребности и возможности и принимаются решения по выбору оптимального варианта развития науки и техники.

Для анализа данной модели применяется системный подход, который состоит в том, что целое последовательно, по определенным правилам разбивается на отдельные части и исследуется взаимоотношение этих частей с позиций стоимости, эффективности, степени риска и т. п.

### 1.8 Прогнозный граф и «дерево целей»

Графом называют фигуру, состоящую из точек — вершин, соединенных отрезками — ребрами. Графы могут быть связными или несвязными, ориентированными или неориентированными, содержать или не содержать циклы (петли). Выбор той или иной структуры графа определяется существом тех отношений между элементами, которые он должен выразить.

Деревом называется связный ориентированный граф, не содержащий петель; каждая пара его вершин соединяется единственным ребром. Только структура связного ориентированного графа может выразить отношения той или иной иерархии. «Деревом целей» называют граф-дерево, выражающее отношения между вершинами — этапами или проблемами достижения некоторой цели. «Дерево целей», вершины которого ранжированы, т. е. выражены количественными оценками их важности, широко используется для количественной оценки приоритета различных направлений развития. Построение «дерева целей» требует решения многих прогнозных задач, в частности: прогноза развития объекта в целом; формулировки сценария прогнозируемой цели, уровней и вершин «дерева целей», критериев и их весов в ранжировании вершин. Каждая из этих прогнозных задач по необходимости решается методом экспертных оценок.

Следует отметить, что данной цели как объекту прогноза может соответствовать множество разнообразных сценариев.

Идентификация вершин уровней производится посредством информационной карты.

В общем случае может быть  $n$  различных критериев, по которым должно быть осуществлено ранжирование. Критерием, например, может

быть упорядочение по времени начала работ, вершин данного уровня или распределение вершин уровня относительно некоторой пропорции капиталовложений. Могут быть также социально-экономические, экологические, военно-политические и другие критерии. Выбор критериев ранжирования прогнозист осуществляет с помощью репрезентативной группы экспертов или одного эксперта, мнение которого в этом вопросе общепризнано, считается достоверным. Если критериев ранжирования несколько, им присваивается опять-таки экспертным методом вес, так что в общем случае критерием для ранжирования может быть матрица  $A$ , которую обычно и рекомендуют в качестве критерия ранжирования.

Задача правильного ранжирования сводится к квантификации пространства альтернатив — мнений экспертов о правильном ранжировании соответственно принятому критерию ранжирования, а также к принятию решения о правильном ранжировании соответственно принятому критерию ранжирования, точнее, соответственно подматрице весов критерия ранжирования. В дальнейшем будем исходить из последней трактовки задачи ранжирования. Квантификацию пространства альтернатив осуществим в вероятностной метрике.

<...> Полученная выше квантификация пространства альтернатив мнений экспертов позволяет принять обоснованное решение о ранжировании вершин уровня и количественной оценке приоритетов прогнозируемых направлений в сценарии объекта прогноза. <...> принятие решения — обычная концовка любого распознавания, в отношении которой уже сформулировано много различных критериев, например, по максимальной вероятности отождествления (идентификации) распознаваемого объекта с эталонным образцом, если эта вероятность превосходит некоторый допустимый порог, разделяющий множество известных эталонов от множества новых.

## 1.9 Матричный метод

При определении перспектив развития сложных явлений большое значение имеет вопрос об определении взаимного влияния их отдельных компонентов друг на друга и на достижение целей объекта прогноза. Одно из возможных решений этой задачи может быть достигнуто на основе применения матричного метода. Этот метод позволяет произвести сравнение различных направлений прогнозных разработок по степени важности для достижения совокупности целей или отдельной цели. Поскольку развитие объекта прогноза обычно зависит от значительного числа взаимосвязанных факторов, то применение матричного метода требует все множество различных факторов разбить на ряд комплексов, в каждый из которых входят в определенной мере однородные факторы. В дальнейшем оценивается влияние этих комплексов друг на друга и на достижение конечных целей на основе использования операций с матрицами для решения задачи выбора и обоснования оптимального размещения ресурсов. Это достигается путем ранжирования факторов и определения их относительных весов внутри комплекса.

<...> Матричный метод является нормативным методом прогнозирования, в котором задаются конечные цели и в процессе прогнозирования определяются пути и средства их достижения. Прогностическая функция матричного метода заключается в оценке влияния различных вариантов происходящих сдвигов на достижение конечных целей объекта прогноза. Практически прогнозная информация формируется за счет того, что в комплексы факторов входят альтернативные решения тех или иных проблем, в том числе и такие, которые находятся на различных стадиях разработок.

Чтобы с наименьшей ошибкой были выбраны наиболее эффективные пути и средства достижения поставленных целей, комплексы факторов с необходимостью должны включать возможно больший спектр альтернативных решений той или иной проблемы. Это позволит на основе

оценки всех возможностей решения поставленных задач с достаточной степенью надежности определить наиболее важные проблемы, оценить их влияние на достижение конечных целей, необходимость стимулирования исследований и разработок.

Все операции по матричному методу выполняются в такой последовательности: 1) идентификация факторов, влияющих на достижение поставленных целей; 2) выделение однородных комплексов факторов путем группировки этих факторов по характеру их влияния; 3) формирование матриц влияния комплексов факторов друг на друга и на достижение целей; 4) определение влияния факторов на достижение комплекса целей путем выполнения операций над матрицами влияний (умножение, сложение, вычитание) в соответствии со схемой направления влияний одних факторов на другие (графом влияний), определение относительных весов факторов и ранжирование их.

Исходной информацией для прогнозирования по матричному методу с использованием экспертных оценок являются: перечень целей объекта прогнозирования и коэффициенты их относительной важности; перечень факторов, влияющих на достижение целей объекта прогноза, сгруппированных в однородные комплексы; коэффициенты (баллы) матриц, определяющих влияние одного комплекса факторов на другой или на достижение целей; показатели относительной самооценки компетентности экспертов, принимавших участие в работе по прогнозированию развития объекта; данные о группах, участвовавших в работе экспертов, необходимые для определения компетентности экспертов.

## 2 Математические методы прогнозирования

### 2.1. Корреляционный и регрессионный анализы

Одним из наиболее распространенных способов получения многофакторных прогнозов является классический метод наименьших

квадратов и построение на его основе модели множественной регрессии [8, 9, 10].

<...> Использование вычислительной процедуры по методу наименьших квадратов с целью получения оценок коэффициентов модели  $\hat{\alpha}_i (i = 0, \bar{n})$ , которые удовлетворяли бы условиям несмещенности, состоятельности, эффективности, предполагает выполнение ряда условий:

- независимые переменные представляют собой неслучайный набор чисел, их средние значения и дисперсии конечны;
- случайные ошибки  $\varepsilon_i$  имеют нулевую среднюю и конечную дисперсию

$$M(\varepsilon_i) = 0; M(\varepsilon_j \varepsilon_j) = \sigma_\varepsilon^2 < \infty; \quad (\text{K.52})$$

- между независимыми переменными отсутствует корреляция и автокорреляция;
- случайная ошибка не коррелирована с независимыми переменными;
- случайная ошибка подчинена нормальному закону распределения.

Кроме того, можно выделить условие отсутствия мультиколлинеарности, когда несколько независимых переменных связаны между собой линейной зависимостью, и условие гомоскедастичности [11], т.е. одинаковой дисперсии для всех случайных ошибок. Важным является условие линейной формы связи между зависимой и независимой переменными. Зависимость должна быть именно линейной или сводимой к линейной с помощью некоторых преобразований.

Но иногда исследуемый процесс не может быть сведен к линейной зависимости никакими преобразованиями, как, например, в случае логистической зависимости. Тогда используется ряд методов, например метод симплексов.

<...> Получение прогнозов с помощью многофакторных регрессионных моделей предполагает неизменность значений коэффициентов этих моделей во времени. Тем не менее в процессе исследования объекта возможно появление новой информации, что позволяет с помощью рекуррентного оценивания корректировать значения оценок коэффициентов моделей. В то же время исходная информация может содержать в себе различные динамики изменения независимых переменных, которые возникают в результате различных «режимов» функционирования исследуемого объекта. В этом случае важным является как сам факт установления различия динамик процессов на разных временных интервалах, так и выбор такого интервала для построения на нем модели прогнозирования, который был бы наиболее адекватным будущему поведению объекта.

<...> В ряде случаев эти требования для реальных наблюдений оказываются невыполненными, поэтому получаемые оценки оказываются неэффективными, а прогноз — недостоверным. Действительно, требование нормальности распределения ошибок, предъявляемое к исходной информации процедурой метода наименьших квадратов, в большом числе случаев оказывается невыполненным. Так, в [12] говорится: «Нормальность — это миф. В реальном мире никогда не было и никогда не будет нормального распределения». Поэтому в последнее время интенсивно разрабатывается новое направление в статистике — так называемая робастная статистика [13, 14, 15], задача которой в том и состоит, чтобы получать эффективные оценки в случаях невыполнения некоторых предпосылок, например нормальности распределения, наличия аномальных наблюдений. Использование робастных методов для информации, содержащей аномальные «выбранные» наблюдения, позволяет значительно повысить надежность получаемых оценок по сравнению с обычным методом наименьших квадратов.

В настоящее время существует еще ряд алгоритмов, позволяющих получать эффективные оценки в случае невыполнения основных предпосылок использования метода наименьших квадратов [13, 16, 17, 18, 19]. Как показывает практика, они могут быть успешно использованы для получения надежных Результатов при прогнозировании, поскольку при решении конкретных прогнозных задач основные предпосылки использования азовых методов экстраполяционного прогнозирования оказывайся невыполненными.

## 2.2 Метод группового учета аргументов

В настоящее время большую популярность для конкретных задач прогнозирования приобретает так называемый метод группового учета аргументов (МГУА), представляющий собой дальнейшее развитие метода регрессионного анализа. Он основан на некоторых принципах теории обучения и самоорганизации, в частности на принципе «селекции», или направленного отбора [2, 20, 21, 22].

Метод реализует задачи синтеза оптимальных моделей высокой сложности, адекватной сложности исследуемого объекта (здесь под моделями понимается система регрессионных уравнений). Так, алгоритмы МГУА, построенные по схеме массовой селекции, осуществляют перебор возможных функциональных описаний объекта. При этом полное описание объекта [21]

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_m) \quad (\text{К.53})$$

где  $f$  — некоторая функция, например степенной полином, заменяется рядами частных описаний:

$$1\text{-й ряд селекции} \text{ — } y_1 = f(x_1, x_2), y_2 = f(x_1, x_3), \dots, y_s = f(x_{m-1}, x_m);$$

$$2\text{-й ряд селекции} \text{ — } z_{12} = f(y_1, y_2), z_2 = f(y_1, y_3), \dots, z_k = f(y_{s-1}, y_s)$$

и т. д.

Рассматриваются различные сочетания входных и промежуточных переменных, и для каждого сочетания строится модель, причем при построении рядов селекции используются самые регулярные переменные. Понятие регулярности является одним из основных в методе МГУА. Регулярность определяется минимумом среднеквадратической ошибки переменных на отдельной проверочной последовательности данных (исходный ряд делится на обучающую и проверочную последовательности). В некоторых случаях в качестве показателя регулярности используется коэффициент корреляции. Ряды строятся до тех пор, пока регулярность повышается, т. е. снижается ошибка или увеличивается коэффициент корреляции. Таким образом, из всей совокупности моделей выбирается такая, которая является оптимальной с точки зрения выбранного критерия.

Рассмотрим некоторые алгоритмы МГУА [21].

<...> Среди основных алгоритмов МГУА наибольший интерес представляет обобщенный алгоритм, обеспечивающий получение наиболее точных моделей благодаря использованию в качестве опорной функции аддитивной и мультипликативной моделей трендов [21].

В случаях когда процесс описывается большим числом переменных, использование обобщенного алгоритма затруднено и для сокращения перебора рекомендуется применять алгоритм с многофазной селекцией проекторов (операторов ортогонального проектирования). Понятие проектора введено в МГУА по аналогии с графическим представлением метода наименьших квадратов, согласно которому вектор выходной величины проектируется на плоскость аргументов.

Метод МГУА может быть эффективно использован для получения так называемых «системных многократных дифференциальных прогнозов». Под системой в данном случае можно понимать группу определенным образом связанных между собой «входных» и «выходных» показателей с заданным описанием связей, элементов, процессов, структуры.

Для получения прогнозов поведения сложных систем предполагается выполнение определенных условий [2, 21]:

- 1) Границы системы выбираются таким образом, чтобы можно было исключить лишь наименее важные связи системы с внешней средой.
- 2) Система включает определенное число переменных  $M$  и обратных связей. Для получения надежного прогноза при построении модели достаточно использовать любые  $m > M$  — переменные.
- 3) Выбранные переменные не должны повторять друг друга.
- 4) Плохо прогнозируемые переменные следует исключить из модели.

Прогноз называется системным, если одновременно прогнозируются не менее  $m$  характеристических переменных системы. Переменные прогнозируются одновременно, шаг за шагом. При этом устраняется один из основных недостатков однократного прогноза — аргументы уравнений прогнозирования «не стареют» (носят последние по времени отсчета индексы).

Многократный прогноз можно вести на основе как алгебраических, так и дифференциальных или интегральных уравнений.

При получении долгосрочных дифференциальных прогнозов важным является установление устойчивости поведения системы. Наиболее распространенным способом установления области устойчивости (для линейных моделей) являются методы Ляпунова, критерии Гурвица — Рауса.

При реализации прогнозов важно установить критерий качества полученных прогнозных результатов. В [21, 22] устанавливается своеобразная иерархия критериев прогноза в зависимости от глубины прогнозирования. Так, для краткосрочного прогноза в качестве критерия селекции предлагается использовать критерий регулярности — величину среднеквадратической ошибки, определяемой на точках проверочной последовательности, не участвующей в получении оценок коэффициентов. Для среднесрочных прогнозов предлагается использовать критерий несмещенности как более эффективный. При наличии информации об

изменении взаимосвязанных переменных появляется возможность использовать критерий, который является одним из наиболее эффективных при долгосрочном прогнозировании, именно критерий баланса переменных, т. е. минимизации суммы квадратов расхождений самих значений промежуточных переменных и их модельных представлений. Данный критерий определяет «жесткость», неизменность структуры исследуемого объекта.

### 2.3 Факторный анализ

Системный подход к прогнозированию сложных объектов означает максимально возможный учет совокупности переменных, характеризующих объект, и взаимосвязей между ними. В процессе исследования прогнозист вынужден выбирать компромиссный вариант между числом переменных в описании объекта и сложностью и трудоемкостью анализа и прогноза. Если к тому же большинство или все из этих переменных имеют стохастический характер, то задача значительно усложняется. Методы снижения размерности описаний сложных объектов являются весьма актуальными для прогностики. Для этого используются достижения теории информации, корреляционного анализа, распознавания образов, теории измерений и других наук и их областей. В последнее время значительные успехи достигнуты в области теории и практики использования факторного анализа в решении задач снижения размерности и системного исследования сложных статистических комплексов.

Факторный анализ в современном виде представляет собой определенный раздел математической статистики. Появление его в начале нынешнего века обычно связывают с именами психологов Ч. Спирмена, С. Барту, Л. Терстоуна и др. Первоначальная цель его состояла в построении математических моделей способностей и поведения человека. В основу закладывались результаты различных психологических и физических тестов, а на выходе формировались некоторые сообщенные показатели — факторы.

В области психологии факторный анализ успешно применяется и сейчас, однако за прошедшие десятилетия он активно распространился на множество других областей: социологию, экономику, геологию, метеорологию, технику и др. Имеется большое разнообразие методов факторного анализа и их модификаций, которые известны настоящее время.

<...> После определения факторных нагрузок, соответствующих совокупности наблюдаемых переменных (факторов), обычно следует попытка их интерпретации, т. е. полезного и общедоступного толкования сущности различных сторон сложного явления, отражаемых выделенными факторами. В связи с тем что процедура получения нагрузок в факторном анализе не приводит к однозначному результату (при числе факторов, большем единицы), можно получать эквивалентные множества нагрузок путем ортогонального преобразования. Геометрически это будет соответствовать дополнительному вращению факторов в пространстве измерений. В качестве критериев отыскания оптимального (в смысле интерпретации) положения факторных осей в пространстве известно достаточно много предложений, описывать которые не входит в наши цели.

Факторный анализ использовался при ретроспективном анализе в прогнозировании таких сложных статистических комплексов, как Государственная библиотека им. В.И. Ленина, пассажиропотоки сети магистральных авиалинии СССР, и в ряде других. Во всех перечисленных задачах в результате статистической обработки по 40—50 исходным случайным переменным удавалось выделить от 2 до 5 главных факторов» забирающих на себя 80 — 90% общей дисперсии выборки. Таким образом, размерность задачи снижалась по сравнению с исходной в 10 — 20 раз при снижении точности статистического описания приблизительно на 10-20%.

Для поискового прогнозирования развития многомерного процесса во взаимосвязи составляющих его переменных целесообразно исследовать тенденции развития главных факторов процесса в качестве некоторых обобщенных показателей.

Согласно (1),  $X = AF + U$ , где  $U = I - H^2$  — матрица специфических факторов и ошибок тем ближе к кулю, чем матрица коммунальностей  $H^2$  ближе к единичной.

Согласно основному принципу поискового прогнозирования, предполагаем, что статистическая структура прогнозируемой системы сохраняется на отрезке времени упреждения  $T(A - const)$  и основные тенденции развития факторов также.

В заключение еще раз надо подчеркнуть, что основным преимуществом прогнозирования развития факторов, а не отдельных переменных является даже не то, что это существенно уменьшает размерность задачи, а то, что в процессе прогнозирования факторов автоматически решается задача синтеза и увязки прогнозов отдельных показателей. В этом и состоят основное преимущество и перспективность использования методов факторного анализа в исследованиях сложных многопараметрических стохастических процессов.

Наряду с изложенной выше процедурой прогнозирования, использующей непосредственную экстраполяцию главных факторов с последующим их разложением на совокупность прогнозных значений исходных переменных, факторный анализ может использоваться в сочетании с моделями регрессионного анализа. В этом случае строят регрессию некоторого выходного показателя (или нескольких) исследуемого комплекса, но не на совокупности входных показателей (аргументов), как обычно, а на главных компонентах, полученных в процессе факторного анализа.

Преимущества регрессионных моделей, построенных на главных компонентах факторной структуры, в отличие от обычных моделей множественной регрессии сводятся к следующему: во-первых, размерность модели существенно меньше, чем регрессии на исходных переменных; во-вторых, отбор наиболее существенных компонент проводится по четкому количественному критерию; в-третьих, факторная модель исключает мультиколлинеарность за счет ортогональности главных факторов.

## 2.4 Теория распознавания образов

Весьма перспективным в настоящее время является использование для прогнозирования методов теории распознавания образов. Непосредственно с использованием этой теории решается комплекс задач, имеющих важное значение в прогнозировании [23, 24, 25, 26].

Уже использование экстраполяционных методов для прогнозирования временных рядов предполагает однородность динамики. Действительно, исходный временной ряд являющийся основой прогнозирования какого-либо процесса, может содержать в себе интервалы, внутри которых динамика характеризуется определенными отличными от других интервалов условиями. Естественно, эти интервалы на перспективу искажают полученный прогнозный результат. В этой связи возникает необходимость четкого выделения тех интервалов, для которых характерна однородная динамика. Решение этого вопроса эффективно реализуется с помощью методов теории распознавания образов.

<...> Другим важным приложением теории распознавания образов для получения прогнозов является описание и прогнозирование поведения какого-либо объекта по набору признаков, определяющих поведение этого объекта. Действительно, в ряде случаев о состоянии объекта трудно судить непосредственно. Это может быть связано или со сложностью описания данного объекта, или с невозможностью получить непосредственную информацию о нем.

При решении целого ряда задач исследователь сталкивается по существу с одной проблемой — разделением всего изучаемого множества объектов по обнаруженному сходству и различию на отдельные группы или множества. При этом часто невозможно провести одновременный анализ всего комплекса признаков и приходится рассматривать его «по частям», используя какие-либо подсистемы признаков. Но даже при таком подходе не удается избежать многозначности в построениях и часто одни и те же объекты, охарактеризованные одним и тем же набором признаков,

классифицируются исследователями по-разному. Причина здесь, видимо, в том, что во многих случаях не приводится каких-либо обоснованных, четко сформулированных правил классификации.

Существует несколько типов задач распознавания образов [23, 26, 27]. Основные из них — задача обучения распознаванию образов, задача сокращения (минимизации) описания, задача таксономии.

Для первой задачи характерно по некоторому набору признаков с помощью выбранного решающего правила определить, к какому классу относится рассматриваемый объект. Первоначально существует некоторое количество объектов, образующих так называемые обучающие выборки, для которых указываются классы, содержащие эти объекты. По мере рассмотрения признаков для каждого объекта вырабатывается некоторый критерий, называемый решающим правилом, который и позволяет определить принадлежность каждого нового объекта тому или иному классу с ошибкой, не превышающей заранее заданную.

Таким образом, при наличии обучающей выборки строится такое решающее правило, которое позволяет реализовать Прогноз о принадлежности объектов определенным классам (или определенным интервалам значений своих параметров) при появлении новой информации об этих объектах. Задача минимизации описания из совокупности признаков, характеризующих каждый рассматриваемый объект, позволяет выбрать те, которые являются наиболее информативными с точки зрения распознавания. Иначе эта задача формулируется следующим образом: построить такое преобразование пространства признаков в некоторое другое, чтобы размерность нового пространства была меньше исходной, а функция потерь при его использовании существенно не увеличилась. Задача таксономии (самообучения; заключается в том, чтобы из некоторого множества объектов выделить с помощью заданного правила классы однородных («одинаковых») объектов [27].

Как правило, при решении конкретных проблем необходимо использовать сочетание рассмотренных задач. Так, решение задачи обучения распознаванию образов с одновременным нахождением подмножества информативных признаков осуществляется в несколько этапов, на каждом из которых решается основная задача.

Исходной информацией для решения задачи распознавания образов является матрица  $A$ , размерностью  $(n \times k)$ , в которой элемент  $x_{ij}$  представляет собой величину  $i$ -го признака для  $j$ -го объекта. Таким образом, каждая строка матрицы  $A$  представляет собой характеристику определенного объекта, а каждый столбец — набор значений определенного признака в исследуемой совокупности. Одним из важных является понятие «близости», «похожести» различных объектов, которое в теории распознавания образов задается с помощью различных мер сходства и функций расстояния.

Самой распространенной функцией расстояния является евклидово расстояние, которое задается по формуле

$$r_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ki} - x_{kj})^2} \quad (\text{K.54})$$

где  $x_{ki}, x_{kj}$  — значения, определяющие  $k$ -й признак соответственно для  $i$ -го и  $j$ -го объектов. Для возможного сравнения по качественным признакам, принимающим альтернативные значения (0 и 1), используется расстояние Хемминга:

$$r_{ij} = \sum_{k=1}^n |x_{ki} - x_{kj}| \quad (\text{K.55})$$

В некоторых случаях используется более общее представление расстояния между объектами, так называемое расстояние Махаланобиса [25, 26]. В векторном виде оно выражается как

$$r = (\hat{x}_i - \bar{m}_i)^T \Sigma^{-1} (\hat{x}_j - \hat{m}_j) \quad (\text{K.56})$$

где  $\hat{x}_i$  — вектор признаков  $i$ -го объекта;

$\hat{x}_j$  — вектор признаков  $j$ -го объекта;

$m_i, m_j$  — вектор средних значений;

$\Sigma^{-1}$  — матрица, обратная ковариационной матрице.

Процедура прогнозирования на основе методов распознавания образов состоит в том, что выбираются классы состояний исследуемых объектов, которые могут быть заданы как диапазонами изменения некоторых параметров, так и определенными качественными характеристиками. По совокупности признаков, определяющих состояние объектов, находится соответствие принадлежности каждого нового объекта (или объекта в будущем понятии времени) к определенному классу. Это позволяет дать прогноз состояния объекта или указать диапазон изменения параметров, характеризующих его на прогнозируемый период.

Таким образом, рассмотренная процедура позволяет получить разбиение совокупности рассматриваемых объектов (процессов) на однородные группы. Непосредственно для целей прогнозирования данное обстоятельство является эффективным, поскольку, во-первых, при анализе построенных моделей, различных для каждой из исследуемых групп, можно получить значительное увеличение точности и надежности описания, а, во-вторых, сам факт разделения может рассматриваться как реализация прогноза, так как это определяет области и условия функционирования объектов, принадлежащих к различным группам.

Одной из важнейших проблем, возникающих при получении конкретных прогнозов, является оценка исходной информации. При прогнозировании развития сложной системы возникает ситуация, когда поведение системы может быть описано с помощью многих различных

показателей. Реализация прогнозов по всей совокупности этих показателей приводит к необходимости учитывать и взаимосвязи между ними, что подчас бывает весьма затруднительно. Ситуация облегчается, когда для реализации прогнозов используется аппарат распознавания образов и прогнозируются возможные варианты развития сложной системы. В этой связи важной является задача определения качества исходной информации, т. е. рассматриваемых показателей, для возможного описания исследуемой системы. Рассмотрим некоторые способы оценки качества исходных показателей [25, 28].

<...> Как показывает анализ, оценка качества показателя с точки зрения его информативности для описания поведения системы на перспективу является важной характеристикой, позволяющей дать обоснованные оценки таким понятиям, как точность, надежность, достоверность прогнозного результата. Кроме того, эта характеристика используется для оценки риска принятия решения на основании прогнозного результата.

Таким образом, использование рассмотренных процедур позволяет при описании системы выбирать наиболее существенные показатели как с точки зрения информативности описания исследуемой системы, так и с точки зрения точности, определяемой, например, дисперсией (54). Очевидно, что при повышении адекватности описания объекта прогнозирования повышается и достоверность получаемых прогнозных результатов. В этой связи целесообразно использовать процедуры оценки исходной информации для прикладного (практического) прогнозирования.

Интересным является при построении прогнозных моделей использование сочетаний методов, например регрессионного анализа и распознавания образов.

## 2.5 Вариационное исчисление

Специфика определенных прогнозных задач требует привлечения различного математического аппарата. На практике часто возникает следующая задача: известны начальное и конечное состояния рассматриваемого объекта и затраты на изменение данного объекта в каждой точке пространства состояний. Необходимо определить оптимальную в смысле заданного критерия траекторию изменения этого объекта. Данную задачу можно сформулировать и следующим образом: известно начальное состояние объекта; необходимо определить наиболее эффективную траекторию изменения объекта для достижения некоторого конечного состояния. Решение подобной задачи возможно при использовании элементов вариационного исчисления [29].

## 2.6 Спектральный анализ

Для получения прогнозных результатов в практических исследованиях довольно широко используются методы, основанные на использовании элементов спектрального анализа. Данные методы позволяют достаточно точно описывать процессы, динамика которых содержит колебательные или гармонические составляющие. В этих процессах рассматриваются четыре компоненты [1, 30] временного ряда: вековой уровень, описываемый гладкими апериодическими функциями; сезонные колебания с двенадцатимесячным периодом; колебания с периодом ольшим, чем сезонные, но меньшим, чем у соответствующих ЮЛебаний векового уровня; случайные колебания с широкими Диапазону периодами, но с небольшой интенсивностью.

## 2.7 Цепи Маркова

Для целого ряда важных практических приложений используется метод прогнозирования на основе теории цепей Маркова.

Этот метод может быть использован для прогноза множества показателей, которые меняются из года в год одновременно, но непосредственно функциональные связи между ними не установлены ввиду отсутствия информации или крайней сложности этих связей. Примером может служить прогноз потребностей отраслей народного хозяйства в ресурсах. При реализации данного прогноза устанавливается на перспективу сама структура потребления ресурсов различными отраслями.

В основе прогноза, построенного на основе простых цепей Маркова, лежит вычисление матрицы перехода, элементами которой являются вероятности перехода прогнозируемых параметров из одного состояния в другое, от одного значения к другому [31, 32].

Реализация прогнозов с помощью цепей Маркова позволяет по мере поступления новой информации регулярно корректировать ошибки, учитывать информационную неточность прогноза, что существенно повышает надежность получаемых результатов.

## 2.8 Элементы алгебры логики

В прогнозировании не только используются непосредственно численные оценки поведения исследуемых объектов на перспективу, но и определяется возможность или невозможность той или иной ситуации. К последним относятся прогнозы, полученные с помощью алгебры логики [33, 34], основными элементами которой являются высказывания. Под высказыванием следует понимать законченное предложение, которое может быть либо истинным, либо ложным. Следовательно, описаниями исследуемой системы или объекта могут быть высказывания, из анализа которых следует предсказать возможное состояние системы.

Над высказываниями могут быть произведены основные логические операции: логическое умножение (конъюнкция), логическое сложение (дизъюнкция), отрицание, импликация (следование), эквивалентность. Высказывания подчиняются основным правилам булевой алгебры.

## 2.9 Теория игр

В ряде случаев эффективным является получение понятий прогноза в терминах теории игр. При этом под прогнозированием следует понимать получение статистических выводов о поведении в будущем некоторой случайной величины  $Y$ . Предсказывающая функция дает возможность по прошлым значениям случайной величины  $Y$  описать ее поведение на перспективу. Прогнозом являются сами значения предсказывающей функции, т. е. решение о конкретном числовом значении, принимаемом величиной  $Y$  [35, 36]. <...> Поэтому оптимальная функция решения определяется исходя из минимизации математического ожидания функции потерь  $L(y, a)$ . Наилучшим прогнозом является такой, который минимизирует средние потери в условном распределении  $G(y/x)$ , т. е.

$$R^*(a_0) = \inf_{a \in A} R^*(a); \quad (\text{K.57})$$

$$R^*(a) = \int_A L(y, a) dG(y/x)$$

где  $a_0$  — оптимальный (наилучший) прогноз.

Можно определить, следовательно, функцию риска  $R(y, d)$  для предсказывающей функции  $d(x)$

$$R(y, d) = E_y L(y, a) = \int_{R^h} L(y, a) dF(x/y) \quad (\text{K.58})$$

Таким образом, сформулирована задача статистической игры  $(A, D, R)$ , моделирующей задачу прогнозирования, где  $A$  — совокупность стратегий поведения рассматриваемой случайной величины  $Y$ , т. е. первого игрока;  $D$  — совокупность стратегий поведения второго игрока, т. е. прогнозиста, принимающего определенное прогнозное решение, и  $R$  — платежная функция, принимающая конечные числовые значения и определенная для каждой пары  $L(y, a)$  [35, 36].

На практике поиск минимаксных прогнозирующих функций осуществляется путем нахождения такой байесовской функции, для которой риск  $R(y, d)$  не зависит от значений прогнозируемой случайной переменной  $Y$ .

Кроме того, с помощью теории игр можно реализовывать и качественные прогнозы, суть которых сводится к тому, чтобы оценить, произойдет ли в будущем некоторое случайное событие. Так, для событий  $A_1, A_2, \dots, A_k$  можно построить матрицу потерь  $\{L(A_i, A_j)\}$ , где  $L(A_i, A_j)$  — значение функции потерь при условии, что прогнозист определил будущее событие как  $A_j$ , а в действительности произойдет событие  $A_i$ . Если матрица потерь имеет седловую точку, то прогнозист легко может найти минимаксный прогноз осуществления одного из возможных случайных событий. Если же эта матрица не имеет седловой точки, то необходимо определять минимаксный прогноз реализации возможных случайных событий как оптимальную рандомизированную стратегию в игре  $(A, A, L)$ , где  $A$  — множество возможных событий. При этом можно воспользоваться линейным программированием.

Подобные минимаксные качественные прогнозы могут найти применение в прогнозировании научно-технического прогресса.

### 3 Комплексные системы прогнозирования

#### 3.1 Анализ комплексных систем прогнозирования

Сложность современных технических и экономических систем обусловила довольно широкое применение комплексных систем прогнозирования. В отечественной и зарубежной практике прогнозирования разработан ряд таких систем. При их анализе к основным операциям следует отнести определение состава процедур и сингулярных методов, входящих в систему, их стандартной последовательности, логических правил их комплексирования.

Рассмотрим наиболее известные комплексные системы прогнозирования (КСП) под этим углом зрения, а также с точки зрения входной и выходной информации систем.

Метод прогнозного графа разработан группой специалистов Института кибернетики АН УССР под руководством В. М. Глушкова. В состав данной КСП входят следующие процедуры и методы: выбор объекта прогноза, исследование фона, классификация событий, формулирование задачи и генеральной цели прогноза, анализ иерархии, формулирование событий, принятие внутренней и внешней структуры объекта прогноза, анкетирование, математическая обработка данных анкетного опроса, количественная оценка структуры и верификация полученных результатов.

Внутренняя структура объекта прогноза представляет собой прогнозный граф, внешняя — его элементы. Техника построения графа — дельфийская, т. е. при помощи повторных опросов вязкие планы графа приводятся к совпадающим. Этот метод позволяет получить прогноз конечных целей, времени и вероятности их свершения.

Данная КСП позволяет осуществить предпрогнозную ориентацию, составить суждение о внутренней и внешней структуре объекта, оценить ее количественно. Критерием отбора конечных целей графа является максимум вероятности их свершения в заданное время.

Система ПАТТЕРН (PATTERN - Planning Assistance Through Technical Evaluation of Relevance Numbers - обоснование планирования посредством научно-технической оценки количественных данных) была разработана в 1964 г. фирмой «Ханиуэлл» (США) как средство помощи руководству компании в принятии решений по важнейшим вопросам определения перспективы военного производства в США. Но принципы, заложенные в эту систему, позволяют осуществить прогноз и произвести анализ огромного количества данных в любой области деятельности. При помощи данной системы в США постоянно ведется и корректируется прогноз в области вооружения, космических исследований, медицины.

Структура ПАТТЕРН состоит из следующих элементов: выбора объекта прогноза, выявления внутренних закономерностей, написания сценария, формулирования задачи и генеральной цели прогноза, анализа иерархии, формулирования целей, принятия внутренней и внешней структуры, анкетирования, математической обработки данных анкетного опроса, количественной оценки структуры, верификации, разработки алгоритма распределения ресурсов; распределения ресурсов, оценки распределения. ПАТТЕРН позволяет выявить предпрогнозную ориентацию, разработать внутреннюю и внешнюю структуры объекта, произвести количественную оценку структуры объекта, разработать варианты ресурсного обеспечения элементов объекта. Внутренняя структура представляет собой «дерево целей», внешняя — систему локальных критериев.

Уровни «дерева» содержат следующую информацию: национальные цели, мероприятия, задачи, задания, принципы систем, функциональные подсистемы, конструкции функциональных подсистем, научно-технические проблемы. Информация, полученная на выходе системы, следующая: перечень конечных целей, суммарные веса целей, являющиеся показателем их научно-технической ценности.

Эти показатели получили название в данной КСП коэффициентов относительной важности. Заключительный этап системы предполагает рациональное распределение ресурсов и соответствии с уровнем коэффициента относительной важности.

Система ПРОФАЙЛ (PROFILE - Programmed Functional Indexes for Laboratory Evaluation — программированные функциональные показатели для лабораторной оценки) аналогична ПАТТЕРН. Внутренняя структура представляет собой «дерево» относительной важности, состоящее из четырех уровней: целей типа конфликта, форм деятельности, задач и заданий.

Внешняя структура образована системой критериев: чувствительностью, своевременностью, содействием, внутренней ценностью,

вероятностью достижения цели задания, научно-техническим прогрессом и ресурсами. Количественная оценка структуры значительно упрощена по сравнению с ПАТТЕРН.

Данная КСП обеспечивает выявление предпрогнозной ориентации, прогнозирование внутренней и внешней структур объекта, позволяет произвести количественную оценку структуры, дать рекомендации по рациональному распределению ресурсов в целях обеспечения прогнозируемого облика объекта.

Селективный метод предназначен для прогнозирования программ научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) на уровне отрасли. Принципиальное отличие данной КСП от рассмотренных выше состоит в том, что ее внутренняя структура состоит из двух графов — «дерева целей» и стохастической сети, работающих последовательно. Внешнюю структуру составляют элементы «дерева целей», которое состоит из четырех уровней: задач (требований), научно-технических направлений, научно-технических проблем и программ НИОКР. Итогом обработки «дерева целей» являются коэффициенты относительной важности НИОКР.

Данная КСП позволяет выявить предпрогнозную ориентацию, получить прогноз о внутренней и внешней структурах объекта прогноза и об их количественных оценках, дает возможность выбрать альтернативные работы путем решения стохастической сети, вырабатывает рекомендации по распределению ресурсов.

Метод «двойного дерева» предназначен для прогнозирования и установления предпочтительности как фундаментальных исследований, так и программ НИОКР. Внутренняя структура объекта представляет собой теоретическое «дерево», состоящее из событий-вопросов. Внешняя структура — экспериментальное «дерево», которое подтверждает или опровергает теоретическое. Ценность программы НИОКР определяется степенью ее критичности в сочетании с возможностью осуществления. По теоретическому «дереву» определяются оценки относительной важности его

элементов, по экспериментальному — возможность Реализации тех же элементов.

Предпочтение отдается тем исследованиям, которые не Только важны для решения технической проблемы, но и осуществимы. Математический аппарат количественной оценки структуры в публикациях по данной КСП не раскрыт, поэтому понятие критичности проблемы не является однозначным. Эта система дает возможность проводить предпрогнозную ориентацию, строить внутреннюю и внешнюю структуры объекта и указывает возможное направление их оценок.

Система ЦППО разработана центром перспективного планирования и оценок министерства национальной обороны Франции для прогнозирования прикладных исследований. Эта система является продолжением и дополнением систем прогнозирования, разработанных в США. Цель системы — произвести селекцию предполагаемых исследований, направленных на обеспечение требуемых характеристик перспективных систем.

В качестве внутренней структуры объекта по данной КСП выступает «двойное дерево»: «дерево» полезности и экономическое «дерево» — с общим нижним уровнем. Экономическое «дерево» учитывает интересы исполнителя. «Дерево» полезности строится на основании требований заказчика и состоит из следующих уровней: стратегических задач, тактических задач (функций), потенциальных потребностей, подсистем и элементов исследования операций (ЭИО). Экономический граф имеет четыре уровня: конечные цели, уровень задач, уровень средств и уровень ЭИО. Последний является общим для обоих графов.

Под внешней структурой в данной КСП понимается степень соответствия элементов «деревьев» нескольким критериальным признакам. Для количественной оценки структуры элементам присваиваются индексы. При наличии нескольких критериев для получения индексов элементов используются комбинаторные матрицы. Индексы элементов являются показателем их относительной важности, в какой-то мере соответствуют

рангам. Алгоритм количественной оценки структуры по данной КСП чрезвычайно упрощен: индексы элементов, расположенных на «ветвях», сходящихся на нижнем уровне, складываются.

Система ЦППО позволяет получить предпрогнозную ориентацию, разработать структуру прогнозируемого объекта и дать ее количественную оценку.

Метод взвешенных оценок (МВО) является КСП, позволяющей разрабатывать программы НИОКР на уровне отрасли. Согласно этой системе, внутренняя структура строится по типу «дерева целей», состоящего из пяти уровней: общих целей развития технического прогресса в отрасли, основных задач развития науки и техники в отрасли, основных направления научно-технических исследований, основной Тематики НИОКР и научно-технических проблем. Внешняя структура образуется элементами «дерева целей», т. е. критериями оценки элементов являются элементы предыдущего уровня.

Данная КСП дает возможность осуществить предпрогнозную ориентацию, построить прогноз структуры объекта и произвести ее количественную оценку.

Система ФОРКАСТ (FORECAST — предсказание) широко распространена в США при прогнозировании направлений развития научно-технических исследований применительно к системам вооружения. Внутренняя структура объекта прогноза в этой системе разрабатывается по двум направлениям: задачи и направления развития науки и техники. Внешнюю структуру образуют оценки по критерию «затраты - эффективность».

ФОРКАСТ дает возможность выявить предпрогнозную ориентацию, разработать структуру объекта и произвести ее количественную оценку, подготовить рекомендации по распределению ресурсов в целях обеспечения прогнозируемого облика объекта.

Система КВЕСТ (QUEST — Quantitative Utility Estimate for Science and Technology - количественные оценки полезности для науки и техники) разработана в 1966 г. Прогнозирование структуры объекта ведется на основании результатов исследования в области науки и техники и построения матриц их взаимного влияния. Количественная оценка структуры производится путем логической увязки матриц влияния, характеризующих области науки коэффициентами содействия, а отрасли техники — коэффициентами вклада.

Система КВЕСТ функционально решает все важнейшие этапы прогнозирования программ НИОКР - от выявления предпрогнозной ориентации до выработки рекомендаций по распределению ресурсов. В соответствии с классификационной схемой методов научно-технического прогнозирования эта система объединяет следующие процедуры и методы: выбор объекта прогнозирования, исследование фона, классификацию событий, формулировку задачи прогноза, выявление факторов, классификацию факторов, построение матриц влияния, принятие внутренней и внешней структуры, анкетирование, математическую обработку данных анкетного опроса, количественную оценку структуры, верификацию, формулирование целевой функции и ограничений, решений системы линейных уравнений, оценку распределения ресурсов.

В публикациях по системе КВЕСТ не приводятся алгоритмы Количественной оценки структуры и не дается описание критериальной функции в задаче ресурсного обеспечения прогнозируемого облика объекта, но указан класс методов решения задачи оптимизации - методы линейного программирования.

Матричный метод имеет очень много общих моментов с КСП КВЕСТ. Их функциональные структуры идентичны. В основе разработки структуры объекта по данной системе лежит классификация факторов, влияющих на конечную цель, а также группировка независимых однородных факторов в отдельные комплексы. Количественная оценка структуры по данной КСП -

это оценка влияния комплексов друг на друга и в итоге - всех их на конечную цель.

Располагая вектором, характеризующим степень важности конечных целей, и матрицами влияния различных комплексов факторов на конечные цели, получаем коэффициенты относительной важности факторов. Компоненты этих векторов являются тем основанием, по которому распределяются ресурсы.

Содержание системы РДЕ (RDE — Research and Development Effectiveness — эффективность исследований и разработок) несколько шире ее названия. Результатом применения данного метода являются коэффициенты относительной важности систем и их элементов (целей) и ресурсы, оптимально распределенные по критерию эффективности. Структура объекта разрабатывается в виде матриц влияния по схеме: программа исследований — задачи исследований, задачи исследований — системы, системы - цели, цели - исследовательские темы. Согласно этой системе, последовательно определяются коэффициенты относительной важности систем, целей, тем. Задача распределения ресурсов по данному методу представляет собой задачу линейного программирования.

Метод дает возможность построить прогноз объекта в следующей последовательности: выявить предпрогнозную ориентацию, разработать структуру объекта, произвести ее количественную оценку, рекомендовать распределение ресурсов в целях обеспечения прогнозируемого облика объекта.

Метод функционального анализа предназначен для прогнозирования новой техники по технологическим параметрам и распределения средств на выявленный ряд научных исследований и разработок. Прогнозирование структуры объекта ведется в данной КСП по функциональным подсистемам.

При оценке структуры в качестве факторов, влияющих уровень финансирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, приняты: индекс прогресса (отношение между прогрессом

технологического параметра при данно уровне финансирования и прогрессом этого же параметра, который мог бы быть достигнут при неограниченном финансировании за тот же период), индекс ценности (результат обобщения двух матриц — целевой и технологической ценности). Для моделирования индекса прогресса в этом методе использована экспоненциальная функция. При этом функция дохода имеет вид аддитивной функции. Такая зависимость предполагает, что дополнительные доходы от новых вкладов средств увеличиваются замедленными темпами. Предложенная модель распределительной задачи может быть принята за основу, но реализация ее в описанном виде представляет большую трудность из-за неоднозначности понимания значения определенного уровня финансирования. Ценность метода — в обосновании принятия функциональной зависимости дохода от объема выделенных средств.

Следует также упомянуть методику Дина и Хаузера, которая не является системой в полном смысле слова, но с использованием в качестве входных данных информации о структуре объекта и ее количественной оценке позволяет решать задачу ресурсного обеспечения прогнозируемого облика объекта.

В качестве исходных данных для прогнозируемых технических систем приняты ожидаемые затраты и ожидаемая вероятность реализации систем. В методике последовательно решаются три задачи: при фиксированном бюджете и заданном множестве систем распределить бюджет между ними наилучшим образом, при фиксированном бюджете на подсистему и заданном множестве подсистем распределить бюджет между ними, выполнить оптимальный отбор технических подходов к реализации каждой подсистемы.

Анализ существующих КСП показал, что их целевое назначение состоит в следующем: выявить предпрогнозную ориентацию, разработать внутреннюю и внешнюю структуры объекта, произвести количественную оценку структуры объекта и разработать рекомендации по ресурсному обеспечению прогнозируемого облика объекта.

На этапе проведения предпрогнозной ориентации в исследуемых КСП с целью выявления внутренних закономерностей применяются написание сценария и докладные (аналитические) записки, а для изучения фона — анализ статистической отчетности (фактографический анализ) и документальный анализ, а также классификация событий. На этапе разработки и принятия внутренней и внешней структур объекта чаще всего используется построение корневых «деревьев целей» и стохастических сетей. В соответствии с принятой структурой объекта ее элементы являются целями, событиями, подсистемами. Формулированию элементов структуры объекта предшествуют конкретизация задачи прогнозирования, т. е. выработка генеральной цели, и анализ иерархии, который определяет необходимое количество уровней соответствующей структуры. Под внешней структурой понимается система критериев, по которым оценивается внутренняя структура. В некоторых КСП (метод взвешенных оценок, ФОРКАСТ) в качестве критериев рассматриваются элементы внутренней структуры, являющиеся исходными для оцениваемых элементов.

Другим вариантом разработки структуры объекта служит построение матриц влияния, которому предшествует выявление факторов, влияющих на объект, и их классификация. На этапе количественной оценки структуры все исследуемые КСП предполагают либо анкетирование экспертов, либо работу экспертов по методу комиссий, математическую обработку анкет или мнений членов комиссий с целью получения достоверного обобщенного мнения репрезентативной группы экспертов, дальнейшее использование полученных результатов при расчетах по алгоритму количественной оценки структуры прогнозируемого объекта. Алгоритмы количественной оценки в КСП определяются как внутренней, так и внешней структурой объекта. На выходе данного этапа КСП позволяют получить следующий спектр количественных оценок: ожидаемое время реализации программы, вероятность реализации в заданное время, коэффициент относительной важности программы, ее ранг и эффективность.

Этап ресурсного обеспечения прогнозируемого облика объекта в комплексных системах прогнозирования имеет различную глубину проработки. Ряд КСП ограничивается количественной оценкой структуры (метод прогнозного графа, метод «двойного дерева», метод взвешенных оценок).

В некоторых КСП задача распределения ресурсов решается эвристическими методами (ПАТТЕРН, ПРОФАЙЛ, селективный метод). В большинстве КСП решается оптимизационная задача распределения ресурсов (ФОРКАСТ, КВЕСТ, РДЕ, метод функционального анализа, методика Дина и Хаузера).

Углубленное рассмотрение КСП позволяет сделать следующие выводы:

- для комплексного прогнозирования могут быть использованы с определенной адаптацией к объекту прогнозирования следующие КСП: метод прогнозного графа, ПАТТЕРН, ПРОФАЙЛ, селективный метод, метод взвешенных оценок, матричный метод;
- ряд КСП может быть рекомендован к применению при условии доработки методов, их составляющих, так как в имеющихся публикациях они представлены описательно, без раскрытия используемого математического аппарата (метод «двойного дерева», ЦППО, ФОРКАСТ, метод функционального анализа).

### 3.2 Логические правила и процедурные схемы комплексирования систем прогнозирования

Модификация существующих комплексных систем прогнозирования и даже их капитальная реконструкция отнюдь не являются самой эффективной мерой при решении все более усложняющихся задач прогнозирования. Лишь более гибко конструируемая КСП, не обладающая большим количеством жестких связей и ограничений в своей структуре и процедурной схеме

реализации, позволяет учитывать специфику цели и объекта прогнозирования, объем и характер имеющейся информационной базы.

Анализ существующих КСП выявил, несмотря на многообразие подходов и приемов прогнозирования, наличие довольно ограниченного количества стандартных процедур, в той или иной последовательности входящих в системы. Не очень разнообразны и схемы их сочетания, направленные на решение частных задач отдельных этапов прогнозирования, причем начальные и конечные процедуры этих сочетаний, как правило, идентичны.

Такие сочетания последовательно выполняемых прогностических процедур, имеющие одинаковое целевое назначение и обеспечивающие функционирование сингулярных методов прогнозирования по принципу дизъюнкции, можно назвать модулем. Модуль является основным строительным элементом комплексных систем прогнозирования.

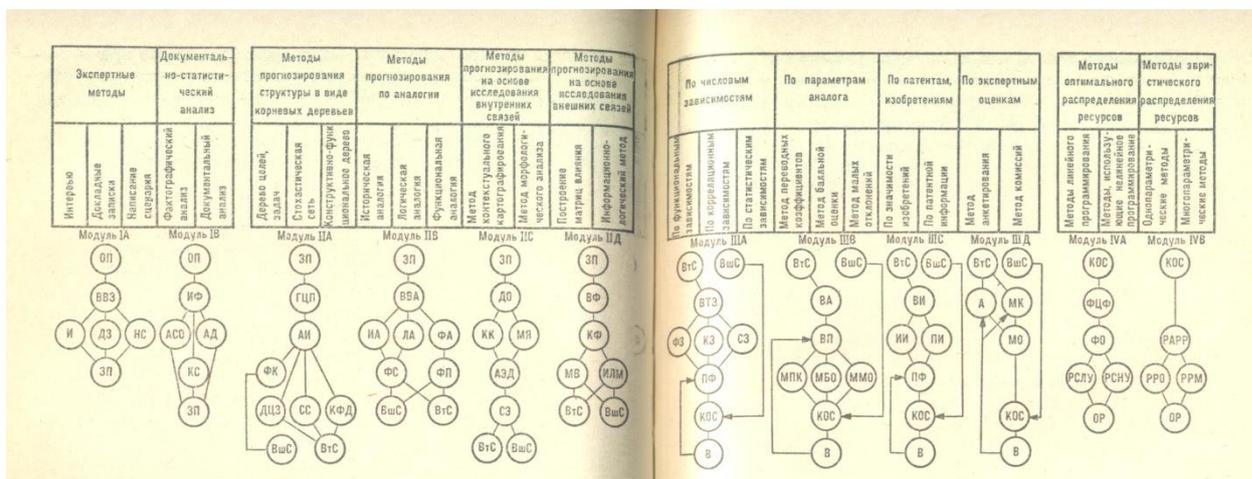


Рисунок К.2 — Схемы комплексирования прогностических модулей

На рисунке К.2 представлены схема применимости сингулярных прогностических методов на основных этапах прогнозирования и процедурные схемы комплексирования модулей, а также 12 основных стандартных модулей, из которых можно комплексировать многие КСП.

Следует отметить, что внутри каждого модуля процедуры объединены либо по принципу конъюнкции (логическое умножение), либо по принципу дизъюнкции (логическое сложение).

Выбор модуля из одного класса, а также метода, обеспечивающего эффективное выполнение центральной процедуры включаемого в КСП модуля, осуществляется на основании максимальной их адаптации к цели и объекту прогноза, объему располагаемой информации. При этом используются предположения о применимости интуитивных и формализованных методов в зависимости от указанных параметров и другие логические заключения, полученные на основании опыта использования инструментария прогностики, практики функционирования КСП.

### 3.3 Комплексование системы долгосрочного прогнозирования

Современные социальные, экономические, технические и ряд других объектов прогнозирования, как правило, обладают большими размерностями и высокой степенью связанности. Это определяет значительную сложность их структуры, высокую неопределенность динамики развития и потенциальной эффективности функционирования.

Характерной особенностью, например, технических систем являются длительные сроки их создания, дискретность развития, Довольно частая сменяемость поколений. При этом в течение периода упреждения, как правило, происходит ряд больших или Чалых скачков в развитии систем. Так, за 30 с небольшим лет развития электронно-вычислительной техники создано четыре поколения ЭВМ, каждое из которых представляет качественный скачок в их развитии.

За последние 40 — 50 лет авиация претерпела по крайней мере четыре-пять крупных скачков в своем развитии: замена деревянных конструкций фюзеляжа металлическими, поршневых двигателей — реактивными, преодоление звукового барьера и здание сверхзвуковых, а затем и гиперзвуковых самолетов, преодоление теплового барьера и замена

дюралевых конструкций фюзеляжа стальными и титановыми, создание второго поколения газотурбинных самолетов. На очереди новые скачки, связанные прежде всего с возможностью применения водородного топлива для авиационных силовых установок. Отсюда важное требование к КСП - обеспечение большой глубины упреждения, позволяющей достоверно оценить наиболее реальные и предпочтительные альтернативы развития систем и социально-экономические последствия их функционирования в перспективе.

Необходимость минимизации ущерба от неоптимальности принимаемых технико-экономических решений, определяющих стратегию и тактику развития технических систем, обуславливает важность разработки комплексного прогноза уже на самых ранних этапах их создания (появление новой научно-технической идеи и начало ее исследовательской разработки). Этот период характеризуется наличием очень ограниченного объема информации об объекте прогнозирования и внешней среде (фоне).

Таким образом, комплексную систему долгосрочного прогнозирования развития сложных систем на ранних этапах создания можно представить в следующем символическом виде:

$$R \rightarrow [M_{IA}(I \vee DZ \vee HC) \wedge M_{HA}(DЦЗ \vee CC \vee KФД) \wedge M_{MD}(A \vee MK)] \wedge M_{IVB}(PPO \supset PPM) \quad (K.59)$$

В рамки данной структуры укладывается 36 вариантов систем комплексного прогнозирования с достаточной структурой — по возможному сочетанию альтернативных методов последовательно функционирующих модулей (3 x 3 x 2 x 2).

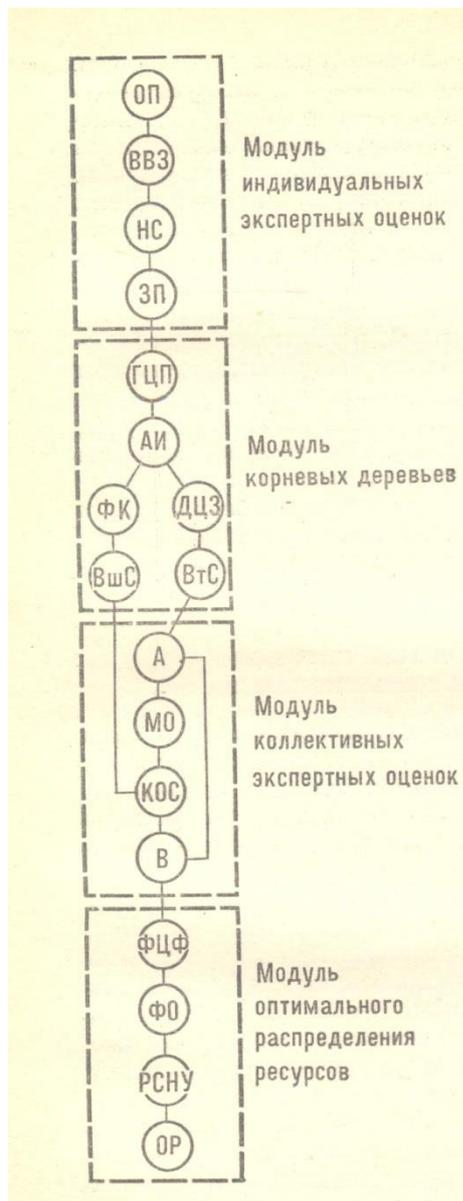


Рисунок К.3 — Структура комплексной системы (метода) прогнозирования с ДЦЗ

### 3.4 Оценка эффективности методов прогнозирования

Чтобы оценить возможные преимущества какого-либо метода прогнозирования по сравнению с другими, необходимо выявить его эффективность. Под эффективностью прогноза понимаем меру оценки достоверности прогноза, являющуюся основанием для принятия оптимального решения. В настоящее время вопрос оценки эффективности методов прогнозирования является весьма актуальным, однако он не получил своего окончательного решения.

Можно проводить сравнение различных методов прогнозирования по оценке смещения коэффициентов прогнозных моделей, точности прогнозов или границам доверительного интервала и по отклонению фактических значений от прогнозных на ретроспективном участке. Однако каждая из этих оценок характеризует лишь отдельные преимущества какого-либо метода перед другими. Между тем необходимо иметь еще и комплексную характеристику качества метода прогнозирования, или оценку его эффективности.

О точности и надежности метода прогнозирования можно судить по тому, насколько результаты, полученные с его помощью, соответствуют реальным значениям, т. е. при сравнении различных методов предпочтение следует отдавать тому, результаты которого более близки к реальным значениям.

Непосредственно аппарат прогнозирования не дает возможности формально оценить точность и надежность получаемых результатов, тем более что это в значительной степени зависит от исходной информации. Используемая на практике процедура ретроспективного анализа является наиболее удачной в ряде случаев позволяет однозначно ответить на вопрос о точности и надежности получаемого прогноза. Но это возможно лишь тогда, когда исходный временной ряд позволяет выделить ретроспективный интервал без существенной потерн информации. В противном случае использование ретроспективного сравнения невозможно.

Для прогнозирования развития исследуемого объекта привлекаются различные методы. Так, использование методов экстраполяции дает возможность оценить динамику определенных показателей объекта на перспективу при условии неизменности действия на объект внешних условий. Использование эвристических методов, например таких, как метод экспертных оценок, позволяет получить оценки динамики в условиях возможного качественного изменения процессов. Но оцениваемая достоверность результатов в данном случае заведомо ниже. Может быть

ситуация, когда в перспективной динамике процесса тенденции, описываемые различными функциональными зависимостями, например параболической, линейной и гиперболической, равно вероятны. Как в первом, так и во втором случае возможно определенное объединение прогнозных результатов, так называемый синтез прогнозных оценок в целях построения комбинированного прогноза.

При этом возникают две основные задачи. Первая — установление области, внутри которой прогнозные результаты, полученные с помощью различных методов, могут считаться согласованными, и вторая — установление такого соотношения между прогнозными результатами, которое наиболее адекватно отражало бы их связь с наиболее вероятным результатом прогнозирования.

### 3.5 Оценка точности прогнозов

Получая любой прогноз, т. е. численное значение какого-нибудь показателя в будущем, всегда важно знать, какова же точность полученного прогноза. Если для построения обычных моделей аппроксимации существуют вполне надежные критерии — дисперсия, корреляционное отношение, критерии Фишера и Стьюдента, то применение этих критериев для оценки прогноза вызывает серьезные возражения, так как не дает гарантии, что в будущем эти оценки будут правомерны. Существует лишь предположение, что в будущем процесс сохранит свои текущие характеристики. Это условие характеризует «устойчивость динамики», которая является необходимой для получения прогноза вообще. В других случаях должна быть информация, позволяющая предсказать вид динамики.

Для оценки точности прогноза целесообразно использовать  $t$  процедуру, основанную на теории обучения машин. Действительно, построение прогнозной модели представляет собой не что иное, как обучение на основе некоторой обучающей выборки или исходного временного ряда. Качество обучения характеризует «близость» (по

известному заранее заданному критерию) расположения реальных и расчетных точек.

На качество обучения будут влиять характеристики исходного временного ряда и того метода, который выбран для прогнозирования. Для рядов с гладкой, устойчивой динамикой можно быстрее и точнее выбрать модель, которая давала бы модельные (теоретические) значения, располагающиеся близко от реальных точек. Наоборот, для рядов с большой вариацией и дисперсией трудно предполагать хорошее соответствие расчетных точек исходным. Или же в этом случае необходимо привлекать достаточно сложный метод и использовать некую модель, которая описывала бы исходный ряд достаточно точно или обучалась бы на исходной информации достаточно быстро. Именно в этом смысле процесс обучения представляется нам наиболее адекватным построению прогноза, а качество обучения характеризует точность прогнозных расчетов.

Таким образом, для получения конкретных оценок предполагается наличие некоторой исходной обучающей выборки  $x_1 = (x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1n})$ , которую мы относим к первому классу  $x_1 \in \omega_1$ . С помощью процедуры обучения, которая реализуется в виде выбранного метода прогнозирования, генерируется некоторая выборка  $x_2 = (x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2n})$ , которую мы относим ко второму классу  $x_2 \in \omega_2$ .

Для последовательной оценки близости двух выборок: реальной  $x_1$  и прогнозной (в данном случае модельной)  $x_2$  — используется процедура последовательных решений в задаче обучения. В случае именно двух классов «образов», т. е. в случае двух сравниваемых выборок, применяется последовательный критерий отношения вероятностей Вальда.

## 4 Организация прогнозирования

### 4.1 Система непрерывного прогнозирования

Разработка и внедрение непрерывных прогнозирующих систем в настоящее время становятся все более актуальными в связи с внедрением автоматизированных систем управления отраслями (ОАСУ) и производством (АСУП). Функционирование ряда подсистем ОАСУ и АСУП невозможно без систематического непрерывного производства прогнозов. Разработка прогнозирующих систем должна быть ориентирована на это и тесно увязана с задачами и подсистемами АСУ. Разработка отраслевых прогнозирующих систем должна строиться по единому принципу с ориентацией на создание единой общегосударственной системы прогнозирования.

В зависимости от масштаба и целей прогнозирования существуют:

- Общегосударственная система прогнозирования.
- Система прогнозирования в отрасли.
- Прогнозирование работ при выполнении крупного проекта или программы государственного масштаба, имеющих обычно межотраслевой характер.
  - Прогнозирование развития подсистемы сложного комплекса, устройства или технологии. В этом случае прогнозирующая система упрощается и основу ее составляет комплекс методов прогнозирования и правил их применения.
  - Прогнозирование какого-либо параметра или характеристики устройства либо процесса развития технологии. В этом случае речь идет не о системе, а о систематическом использовании определенного метода прогнозирования.

В системах непрерывного прогнозирования в значительной степени реализуются признаки, которые должны характеризовать процесс производства прогнозов. Непрерывность функционирования таких систем

сводится к периодической разработке прогнозов и их корректировке. Замкнутость обеспечивается наличием в схеме обратной связи — от объекта прогноза к блоку прогнозирования, — осуществляющей коррекцию прогнозов в процессе развития объекта и окружающей среды.

Отмеченная в последние 5—10 лет тенденция повышения роли экспертных оценок и эвристических приемов в планировании и прогнозировании не означает девальвации математических методов и ЭВМ. Наоборот, расширяются возможности и человека, и машин. Решение возникающих при этом сложных научных и практических проблем связано с созданием человеко-машинных комплексов. Эти комплексы, предназначенные для непрерывного прогнозирования и планирования сложных объектов типа «наука», «техника», «экономика», «культура», «политика» и т. п., могут быть отнесены к классу автоматизированных систем. Такие системы включают в себя в качестве элементов коллективы людей, технические и математические средства, методы, алгоритмы и эвристические программы, а также организационные мероприятия. Все элементы функционально связаны в систему так, чтобы наилучшим образом обеспечивать решение задач планирования и прогнозирования.

В настоящее время можно выделить три класса систем непрерывного прогнозирования, исходя из режимов их функционирования.

К первому классу относятся системы, работающие в реальном времени. Информация о всех изменениях объекта в таких случаях непрерывно поступает в систему прогнозирования в виде сигналов, имеющих различную физическую природу. Как правило, в таких системах человек исключен из цепи «источник — приемник информации», но он может быть включен в нее в качестве эксперта при вводе информации в систему. По разработанным человеком прогнозным моделям, алгоритмам и программам ЭВМ производит прогнозные расчеты и представляет варианты дальнейших путей развития объекта. Человек оценивает эти варианты, вносит, если требуется, изменения в модель и принимает решение по управляющему воздействию на объект.

При этом стереотипные нестандартные ситуации принятия решения могут быть алгоритмизованы, запрограммированы, а решение по таким ситуациям может производиться ЭВМ без участия человека. Правда, в различного рода экстремальных и эвристических ситуациях человек незаменим. К системам подобного рода могут быть отнесены транспортные системы и т. п.

К системам прогнозирования первого класса предъявляются жесткие требования ко времени реакции системы на изменение объекта (в силу жесткости информационной связи с объектом), ко времени разработки прогноза, к точности применяемых методов прогнозирования и др. Учет этих требований ставит вполне определенные требования к математическому, прогнозному и техническому обеспечению системы прогнозирования и должен приниматься во внимание при проектировании вычислительных средств.

Ко второму классу относятся системы, работающие в условно реальном времени. Источниками информации в них являются как датчики различной физической природы, установленные на объекте, так и человек, а информация поступает в систему в форме электрических (или другой природы) сигналов или в форме таблиц, диаграмм, графиков, составленных человеком. При этом человек выступает неотъемлемым элементом цепи «источник — приемник информации». Информация поступает в такую систему прогнозирования в реальном времени, а прогнозы и управляющие воздействия на объект могут выдаваться с запаздывающим или упреждающим лагом относительно реального функционирования объекта. ЭВМ или группа экспертов по текущей и ретроспективной информации разрабатывает с использованием прогнозных моделей и методов варианты развития объекта и представляет их в орган принятия управляющих решений или сразу на объект.

В системах второго класса предъявляются менее жесткие требования ко времени разработки прогноза и времени реакции системы на изменение объекта, чем в системах первого класса; требования к точности методов

прогнозирования, разнообразию эвристических программ — такие же; требования ко времени упреждения и глубине ретроспективного анализа — выше. Пробразами таких систем прогнозирования являются система прогноза состояния человека на борту космического корабля или система ФЭЙМ, прогнозирувавшая ход реализации научно-исследовательской программы «Аполлон».

К третьему классу относятся системы, функционирующие в режиме так называемой пакетной обработки прогнозной информации. Источником информации в них является человек, а информация поступает в систему в дискретные моменты времени с определенной периодичностью в форме алфавитно-цифровых или графических документов. Исходная информация, как правило, проходит стадию экспертизы и переструктурирования. При этом значительную роль играют методы дисконтирования исходных данных, учета факторов, влияющих на объект, и т. п. Информация об объекте накапливается в центре прогнозирования и периодически определенными массивами (пакетами) вводится в систему прогнозирования. Далее ЭВМ или коллектив экспертов разрабатывают варианты прогнозов по моделям и методам. Прогнозные варианты представляются в орган управления для принятия решений.

В системах этого класса не предъявляются специальных требований к оперативности разработки прогнозов и времени реакции на изменение объекта, надежности прогнозов и точности методов прогнозирования. Зато высокие требования предъявляются к разнообразию эвристических приемов и методов прогнозирования, ко времени упреждения, к методам синтеза и верификации прогнозов. Примерами систем третьего класса служат автоматизированные системы прогнозирования развития науки и техники, принципы функционирования которых будут рассмотрены ниже.

#### 4.2 Автоматизированные системы прогнозирования (АСП)

*Цели, предпосылки, схема функционирования АСП.* АСП предназначаются для выработки управляющих решений на основе комплексного прогнозирования, а также для прогноза последствий принятия управляющего решения. Под управляющим решением здесь понимается описание структуры вложений ресурсов, а также распределение ресурсов между параметрами, подлежащими управлению.

В основе любого прогноза лежит накопленная к настоящему моменту информация (7). Но вся существующая в данный момент информации необъятна, и большая часть ее для конкретного специализированного прогноза либо несущественна, либо вовсе не нужна. Тем не менее очень важной подготовительной к прогнозу работой является обоснованный отбор информации, или сужение ее до некоторой «рабочей» информации  $J_{p0}$  (рис. 6). Если такое сужение произведено, то в дальнейшем полагают, что информация  $J_{p0}$  достоверна, т. е. вероятность соответствия используемых факторов истинным фактам равна 1 (здесь не идет речь о вероятностном, случайном появлении того или иного показателя).

Прогнозирование можно интерпретировать как создание Информации с достоверностью  $p < 1$  (квазиинформации  $I_{p1}$ ), Играющей для последующих моментов времени ту же роль, что и информация с достоверностью  $p_0 = 1$  для краткосрочно периода прогнозирования. Предположим, что одна из Целей функционирования блока краткосрочного прогнозирования  $K$  — выработка квазиинформации  $I_{p1}$  для дальнейшего среднесрочного прогноза состояния отрасли техники. При этом подразумевается, что  $I_{p1} \supset I_{p0}$ , выработанная в блоке  $K$ , содержит существующую достоверную информацию  $I_{p0}$ .

На практике планируемые на короткий срок показатели, как правило, достигаются с большой вероятностью. Иными словами, достоверность  $p_1$  квазиинформации  $I_{p1}$  близка к единице, поэтому представляется разумным учесть  $I_{p1}$  в среднесрочном прогнозе. Аналогично одна из целей функционирования блока среднесрочного прогнозирования  $C$  — выработка

квазиинформации  $I_{p_2}$  с достоверностью  $p_2 < p_1 < 1$ , играющей роль базы для долгосрочного прогноза. Имеется в виду, что

$$I_{p_2} \supset I_{p_1} \supset I_{p_0}$$

Итак, схема АСП осуществляет ступенчатое прогнозирование: среднесрочное прогнозирование учитывает результаты краткосрочного, а долгосрочное - среднесрочного. Еще раз отметим, что краткосрочное прогнозирование, обосновывающее управляющее решение (план), будет приводить состояние отрасли к некоторому достаточно узкому интервалу и его необходимо учитывать в среднесрочном прогнозе.

#### 4.3 Организация разработки прогнозов по крупным проблемам

Рассмотрим в качестве примера порядок составления прогнозов по крупным научно-техническим и социально-экономическим проблемам, разрабатываемым по заданию директивных органов. Такие прогнозы выполняются по важнейшим вопросам развития отрасли и межотраслевым проблемам при составлении долгосрочных и перспективных планов. В дальнейшем будем называть заказчиком директивный орган планирования или управления, который определяет цели и задачи прогнозного исследования, а исполнителем — ту организацию (комиссия, НИИ, ОКБ, предприятие и т. д.), которая выполняет исследование и выдает результат заказчику.

Прогностическое исследование начинается, как обычно, с разработки задания на прогноз. Разработка этого задания входит в предпрогнозную стадию исследования и разрабатывается обычно в тесном контакте заказчика и исполнителя. Задание на прогноз — это документ, определяющий объект прогноза, его цели и задачи и регламентирующий порядок его разработки. Задание должно содержать основание для разработки прогноза с указанием заказчика и исполнителя.

В задании должен быть определен объект прогноза, указаны его основные характеристики и параметры, его связи с другими объектами,

составляющими фон развития объекта прогноза. Необходимо, чтобы задание в первом приближении определяло границы исследования объекта прогноза, учета воздействия фона с целью ограничить исследование определенными рамками. С этой же целью в задании необходимо установить перечень исходных данных и ограничений, который заказчик обязуется поставить исполнителю.

В задании на прогноз определяются точность, период упреждения, другие условия его разработки, а также этапность разработки прогноза с указанием сроков выполнения, подцелей и подзадач каждого этапа, формы поэтапной отчетности и представления итоговых результатов работы. В разделе организационных принципов проведения прогнозного исследования определяются источники, формы и порядок финансирования работ, соисполнители и распределение разделов прогноза между ними.

В случае большого числа соисполнителей головная организация совместно с ними составляет координационный план, утверждаемый заказчиком. В нем содержится перечень органов заций, занятых разработкой отдельных прогнозов или вспомогательных тем, определяются порядок их взаимодействия, задачи, поставленные перед каждым соисполнителем, сроки их выполнения и порядок передачи результатов, стоимость работ и порядок финансирования соисполнителей.

Эти два документа — задание на прогноз и координационный план — являются основными руководящими документами для всех организаций в процессе разработки прогноза. После утверждения задания на прогноз и координационного плана разработка прогноза обычно производится путем выполнения этапов работ в определенной последовательности. Последняя в каждом конкретном прогнозе может изменяться, но, как правило, имеет три основные стадии: ретроспекцию, диагноз и проспекцию.

На стадии *ретроспекции* решаются задачи: формирование описания объекта прогноза в прошлом; окончательное формулирование и уточнение

задачи прогнозирования. К этой стадии относятся обычно следующие этапы работ:

1. На основании задания на прогноз и предварительного обследования объекта уточняется перечень характеристик и параметров объекта, рассматриваемых в данной задаче, оцениваются предварительно их важность и взаимные связи. Это предпрогнозный анализ объекта.
2. На основании предпрогнозного анализа и задания на прогноз определяются и оцениваются источники информации, порядок и организация работы с ними. Окончательно формулируется постановка задачи.
3. В соответствии с установленным порядком исполнители осуществляют сбор ретроспективной информации и размещение ее в запоминающих устройствах информационно-поисковой системы.

На стадии *диагноза* решаются следующие задачи: разработка модели объекта прогноза; выбор метода прогнозирования. На этой стадии четыре основных этапа исследования:

1. На основании принятой структуры объекта и полученной ретроспективной информации разрабатывается формализованное описание объекта. В отраслевом прогнозировании это описание сводится обычно к математической модели объекта.
2. Определяются текущие значения характеристик объекта на основании источников информации, проверяется степень адекватности модели объекту прогноза.
3. Осуществляется выбор метода прогнозирования, адекватного классификации объекта, характеру его развития и задаче прогноза.
4. Разрабатываются алгоритм и рабочие программы прогнозирования, проводится их отладка.

Стадия *проспекции* предполагает на основании всех предыдущих этапов решение задачи получения результатов прогноза. Основные ее этапы:

1. Проводится расчет прогнозируемых параметров на заданном периоде упреждения.
2. Производится стыковка и синтез отдельных прогнозов в соответствии с принятыми правилами.
3. Производится верификация прогноза и установление степени его точности.

Такая этапность в разработке прогнозов обычно характерна при использовании методов прогнозирования, базирующихся на математическом моделировании объектов. В случае экспертных методов прогнозирования состав и содержание этапов могут существенно изменяться.

Результаты прогноза представляются, как правило, в виде доклада временной комиссии. Для написания соответствующих разделов доклада могут создаваться редакционные комиссии и главная редакционная коллегия. В задачу редакционных комиссий входит подготовка отдельных разделов доклада, в задачу редакционной коллегии — окончательная редакция и стыковка разделов доклада.

Принцип формирования редакционных комиссий при отраслевом прогнозировании в основном проблемный, а в межотраслевых прогнозах может быть отраслевым. Авторский коллектив по разделам доклада формируется в основном из членов исследовательской группы, однако по отдельным вопросам доклада допускается привлечение консультантов и авторов, не входящих в состав группы.

В процессе производства важнейших прогнозов отраслевого и межотраслевого уровней может быть организована специальная информационная комиссия, которая должна обеспечивать получение информации по запросам исполнителей прогноза и своевременную ее передачу на рассмотрение исполнителям.

После окончательной подготовки всех разделов доклада главная редакционная коллегия рассматривает его в целом, и на пленарном заседании коллегии он утверждается, после чего передается заказчику.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Л

### Проект матрицы распространения и диффузии технологических цепочек и совокупностей нового ТУ в медицинском секторе

Технология	Эффект
Наночастицы, состоящие из биосовместимых материалов, в которых можно растворить, зафиксировать, инкапсулировать и которыми можно покрыть лекарственное средство или радиофармацевтический препарат	Создание систем доставки лекарственных средств и диагностика болезней
Нанолипосомы могут выполнять и функцию частиц, направленных на мозг	Создание систем доставки лекарственных средств
Твёрдые липидные наночастицы, имеющие хорошую биологическую совместимость, высокую лекарственную вместимость, высокую стабильность с возможностью изменения их поверхности для обеспечения специфической направленности	Создание систем доставки лекарственных средств
Вирусные и невирусные векторы для доставки генов с целью проведения генной терапии	Создание систем доставки лекарственных средств
Наночастицы оксида железа с магнитными свойствами с ограниченной токсичностью	Диагностика
Квантовые точки с флуоресцентными свойствами, минимальным фотообесцвечиванием и оптимальной стабильностью. Их поверхности можно придать биологические функции	Диагностика
Нанопроволока может быть использована для передачи электрических импульсов	Диагностика болезней ЦНС
Наночастицы золота и серебра для определения биомаркеров	Диагностика
Диагностика болезней, включая глазные, сердечные болезни, рак	Автоматизация работы врачей с помощью искусственного интеллекта
Отслеживание сна человека	Анализ пульса и частоты дыхания
Мониторинг показателей состояния здоровья пациентов на расстоянии	Контроль за пациентами в автоматическом режиме
Прогнозирование гипотонии на основе данных от множества пациентов	Прогнозирование гипотонии незадолго до её возникновения

	с 84%-ой точностью
Выявление пациентов с риском обращения в клинику через месяц после выписки	Составление рекомендаций по уходу за пациентами
Чат-бот для борьбы с депрессией	Коррекция психологических нарушений
Роботизированная хирургическая система da Vinci	Позволяет проводить восстановление митрального клапана, пиелопластику, резекцию опухоли средостения, удаление грыжи грудного отдела позвоночника, миомэктомию, эзофагэктомию, лоботомию головного мозга, резекцию почки, простатэктомию, желудочное шунтирование, гистерэктомию, нефрэктомию и т.д.
Перенос ДНК доноров к суррогатным родителям с использованием искусственного интеллекта	Упрощение клонирования свиней
Оценка состояния речи пациента и физиотерапия с помощью робота Ubot	Помощь в преодолении последствий инсульта и сердечных болезней
Солнечные очки с миниатюрной видеокамерой и видеопроцессором (Argus II)	Частичное восстановление зрения
Робот с трёхмерным датчиком для ориентации в пространстве (Lightbot)	Поводырь для незрячих людей
Робот переносит пациентов с пола, коляски и кровати (Riba)	Перемещение пожилых пациентов и пациентов с трудностями в передвижении
Робот для выдачи лекарств (Murata Machinery Ltd)	Автоматизация функций медсестры
Робот для проглатывания собирает сам себя в кишечнике для проведения хирургических операций (итальянская компания ARES)	Хирургические операции без нарушения кожных покровов
Робот для анализа возраста, роста, веса и иных показателей здоровья для составления персональных терапевтических рекомендаций (российская компания Promobot)	Автоматизация функций врача
Робот нитевидной формы способен перемещаться внутри сосудов мозга (Массачусетский технологический институт)	Доставка лекарств в мозг для снижения свёртываемости крови

Биоробот, созданный с использованием технологий робототехники и биотехнологий, из мышечных волокон и мотонейронов, обладающих светочувствительностью	Создание мягких самовосстанавливающихся биоматериалов
Роботы для лабораторных работ (YuMi, ABB)	Автоматизация функций лаборантов
Робот с сенсорами распознавания, упрощённым управлением, специальным покрытием для соответствия требованиям стерильности при эндоскопии и биопсии, лазерном рассечении костной ткани и креплении транспедикулярных винтов (KUKA LBR Med)	Автоматизация диагностики и лечения
Робот при оказании давления ногой на панель фиксирует и обрабатывает данные о направлениях вращения и силе мышц ноги (KUKA)	Биомеханическая модель колена
Робот использует пучок рентгеновских лучей для лечения опухолей посредством направления установленной дозы облучения в опухоль (CyberKnife, KUKA и ACCURAY)	Автоматизация хирургических операций
Робот со встроенным компьютерным зрением и манипулятором со множеством суставов, для распознавания, сортировки и перемещения предметов: таблеток и других лекарственных препаратов, оказания помощи при уходе за пациентами и/или в лаборатории (uFactory xArm)	Автоматизация функций медсестры и лаборантов
3D-принтеры для печати конечностей человека на основе 3D-моделей	Бионическое протезирование
3D-биопринтеры для печати тканей	3D-биопечать тканей для использования в операциях по восстановлению повреждённых тканей и органов
Использование информационных технологий в медицине	Снижение смертности, заболеваемости и издержек в системе здравоохранения

## ПРИЛОЖЕНИЕ М

### **Перечень первичных статистических данных, используемых для отслеживания распространения и диффузии технологических цепочек и совокупностей нового ТУ, помимо детализированных данных по ОКВЭД2 и ОКПД2**

Перечень первичных статистических данных, используемых для отслеживания распространения и диффузии технологических цепочек и совокупностей нового ТУ, помимо детализированных данных по ОКВЭД2 и ОКПД2:

- 1) Индексы производства по высокотехнологичным обрабатывающим видам экономической деятельности;
- 2) Уровень инновационной активности организаций;
- 3) Доля внутренних затрат на исследования и разработки;
- 4) Удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации, в общем числе обследованных организаций;
- 5) Объём выпуска инновационных товаров, работ и услуг;
- 6) Удельный вес инновационных товаров, работ и услуг в общем объёме отгруженных товаров, выполненных работ и оказанных услуг;
- 7) Удельный вес инновационных товаров, работ и услуг в общем объёме отгруженных товаров, выполненных работ и оказанных услуг малых предприятий;
- 8) Объём выпуска инновационных товаров, работ и услуг, вновь внедрённых или подвергавшихся значительным технологическим изменениям в течение последних трёх лет;
- 9) Затраты на инновационную деятельность организаций по видам инновационной деятельности;
- 10) Затраты на инновационную деятельность организаций по видам экономической деятельности;

- 11) Затраты на инновационную деятельность малых предприятий;
- 12) Удельный вес затрат на инновационную деятельность в общем объёме отгруженных товаров, выполненных работ и оказанных услуг по видам экономической деятельности;
- 13) Удельный вес организаций, осуществляющих организованные инновации в отчётном году, в общем числе обследованных организаций;
- 14) Удельный вес организаций, осуществляющих экологические инновации в отчётном году, в общем числе обследованных организаций;
- 15) Удельный вес организаций, осуществляющих инновации, обеспечивающие повышение экологической безопасности в процессе производства товаров, работ, услуг по видам экономической деятельности;
- 16) Специальные затраты, связанные с экологическими инновациями;
- 17) Удельный вес малых предприятий, осуществляющих инновационную деятельность в отчётном году, в общем числе обследованных организаций;
- 18) Удельный вес малых предприятий, осуществляющих технологические инновации в отчётном году, в общем числе обследованных организаций;
- 19) Степень влияния результатов инноваций на обеспечение соответствия современным техническим регламентам, правилам и стандартам;
- 20) Количество разработанных передовых производственных технологий по видам экономической деятельности;
- 21) Количество разработанных передовых производственных технологий новых для стран-участниц по видам экономической деятельности;
- 22) Количество принципиально новых разработанных передовых производственных технологий по видам экономической деятельности;
- 23) Количество используемых передовых производственных

технологий;

24) Количество разработанных нанотехнологий в целом;

25) Количество используемых нанотехнологий в целом;

26) Уровень цифровизации местной мобильной сети в городской местности;

27) Количество и прирост количества высокопроизводительных рабочих мест по видам экономической деятельности;

28) Численность и движение персонала, занятого научными исследованиями и разработками;

29) Численность исследователей, имеющих учёную степень;

30) Коэффициент изобретательской активности (количество отечественных патентных заявок на изобретения, поданных в странах-участницах в расчёте на 10 тысяч человек населения);

31) Доля высокотехнологичных товаров в общем объёме экспорта;

32) Доля высокотехнологичных товаров в общем объёме импорта;

33) Доля инвестиций, направленных на реконструкцию и модернизацию, в общем объёме инвестиций в основной капитал;

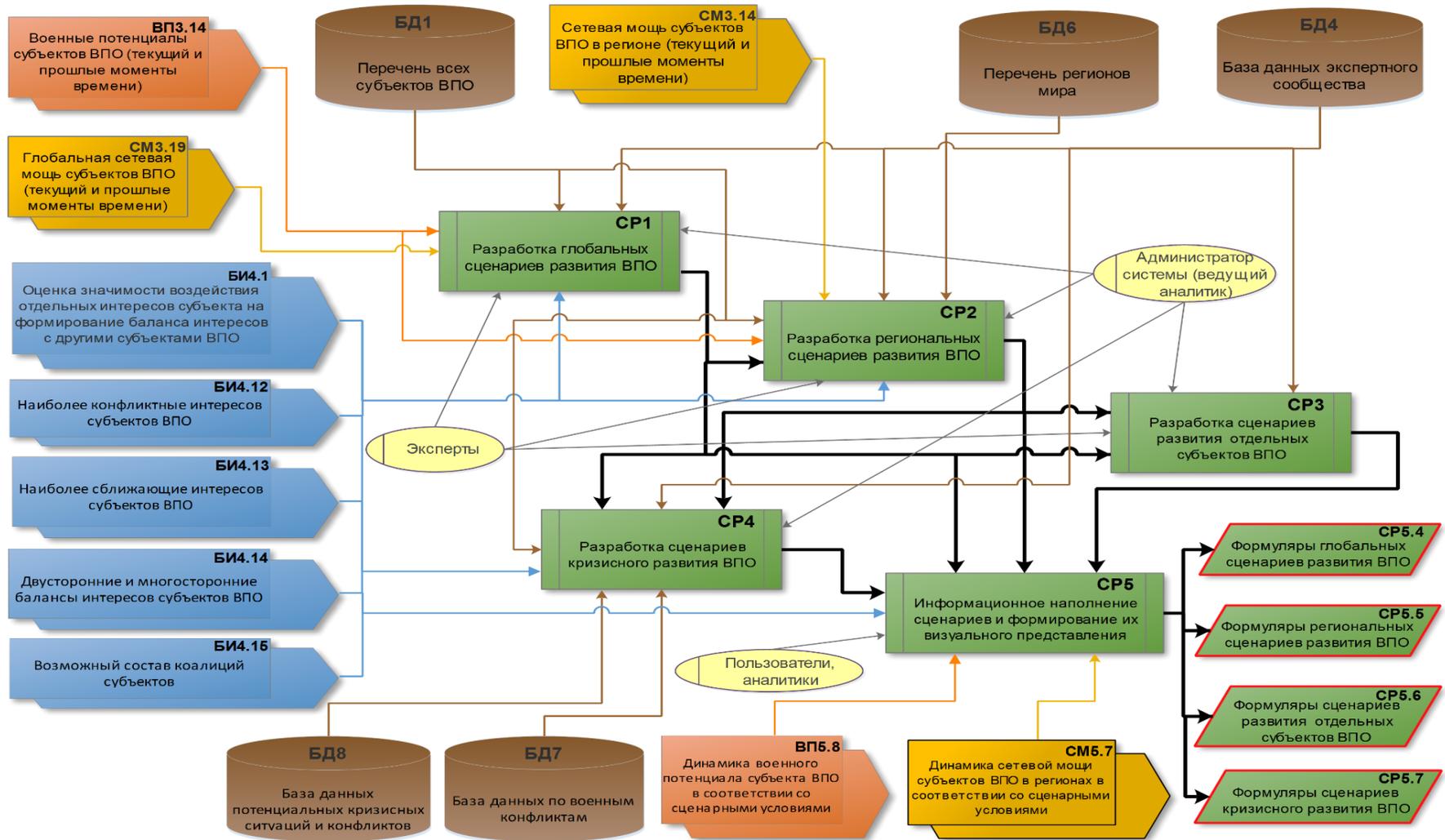
34) Доля инвестиций в машины, оборудование и транспортные средства в общем объёме инвестиций в основной капитал, направленных на реконструкцию и модернизацию;

35) Индекс физического объёма инвестиций в основной капитал, направленных на реконструкцию и модернизацию;

36) Индекс физического объёма инвестиций в машины, оборудование и транспортные средства, осуществлённых при реконструкции и модернизации.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Н

### Структурно-логическая схема методики формирования сценариев развития международной обстановки



## ПРИЛОЖЕНИЕ П

### Справка о лингвистическом кластерном анализе СМИ по проблематике стратегического прогнозирования и планирования в ЕАЭС

Постановка задачи в рамках данного исследования предусматривала проведение кластерного анализа русскоязычных СМИ по проблеме «стратегическое прогнозирование и планирование» за период 01.01.2018 – 20.11.2020 с определением ключевых слов кластеров и тематик, построением когнитивных карт проблемной области, выявлением ключевых факторов, их динамики, проведением имитационного моделирования инерциального импульсного процесса и ключевых факторов проблематики в результате моделирования.

Поиск и отбор публикаций СМИ проводился по запросу «стратегическое планирование», «стратегическое прогнозирование», «ситуационное управление», «поддержка принятия решения» в контексте семейства понятий ЕАЭС, государства - члены Армения, Беларусь, Казахстан, Кыргызстан, Россия. Далее выполнен компьютерный лингвистический анализ отобранных публикаций с целью выявления имен и названий персон, юридических лиц, геолокаций, изделий и предметов, коллекции отобранных публикаций. Был построен семантический граф, состоящий из вершин, представляющих публикации, кластеры, слова, определяющие вхождение документа в кластер; выделенных из документов сущностей (физических и юридических лиц, артефактов, объектов), выделенных из документов фактов (фреймов), связывающих сущности, дуг, представляющих связи между вершинами с весом дуги, отражающим меру соответствия (документ входит в кластер; слово относится к кластеру; сущность входит в факт-фрейм).

Далее проведен анализ построенного графа, рассчитаны метрики authority и betweenness для вершин графа. Для найденных кластеров и выделенных сущностей строятся временные ряды встречаемости. По

полученным временным рядам рассчитывается кросс-корреляция и строится когнитивная карта, двудольный граф, состоящий из вершин, представляющих собой тематические кластеры-факторы, и вершин, представляющих собой сущности; дуг, связывающих вершины и отражающие кросс-корреляционную связь между факторами и сущностями.

Дуга ориентирована (имеет направление), взвешена, свойством дуги является коэффициент корреляции и латентность (сдвиг, задержка). Далее проводится анализ построенного когнитивного графа, выявляются узлы с метриками *authority*, *betweenness*, *closeness*, рассчитываются максимальное дерево (дерево максимального веса) и максимальный поток в сети. Построенный когнитивный граф трансформируется в вероятностную сеть Петри, переходы (процессы) в которой представляют собой факторы, а места (ресурсы) – сущности. С полученной сетью Петри проводится имитационный эксперимент (единичный импульсный процесс (как будет затухать передача импульса по сети, взяв за стартовые значения факторов данные, полученные из данных СМИ, и какова структура когнитивного графа в конце периода имитации)).

Инструментальное обеспечение моделирования составили поисковые системы Google, Yandex, система мониторинга СМИ «КРИТ-ФМ», лингвистический процессор PCO, python и библиотека лингвистического анализа nltk, система визуализации и анализа графов RAIDO, Python и библиотека сетевого анализа networkx, Python и библиотека моделирования сетей Петри arosugrpe.

По стартовым запросам найдено 8422 документов (публикаций) из 656 источников. Построено 29 кластеров см. таблицу П.1

Таблица П.1 – Основные кластеры документов

Кластер	Кол-во документов
безопасность	2275
Бизнес	2721
биологическая опасность	310
Государство	4824
здравоохранение	2049
качество управления	137
кризисное управление	38
машиностроение	429
Наука	3003
Оборона	1783
открытость границы	13
поддержка принятия решения	1049
продовольствие	337
производство	2925
ситуационное управление	291
социальные проблемы	369
стратегическое планирование	6783
стратегическое прогнозирование	557
Таможня	249
Терроризм	366
Торговля	1473
Транспорт	1733
управление рисками	284
устойчивое развитие	563
устойчивое управление	22
цифровизация	705
Экономика	4989
Энергетика	1041
этно-конфессиональные конфликты	157



Рисунок П.1 – Распределение документов по факторам «Стратегическое прогнозирование»

Выделено сущностей:

Персоны (физические лица): 22445

Юридические лица, организации: 18538

Геолокации: 3775

Артефакты (изделия, предметы): 1748

Ключевые слова: (слова с наибольшим значением «посредничества» - слова, через которые проходит наибольшее количество путей между кластерами и документами выборки)

Таблица П.2 – Ключевые слова

Название	Посредничество
минздрав	34,119
форум	31,893
совет	18,054
стратегия	17,915
безопасность	12,632

конкурс	12,198
центр	12,01
директор	11,376
планирование	6,292
министр	5,14
система	4,973
президент	3,468
город	3,21
область	2,529
петербург	2,429
межведомственный	2,09
заседание	1,873
ребенок	0,988
назначить	0,775

## Построение и анализ когнитивной (факторной) карты

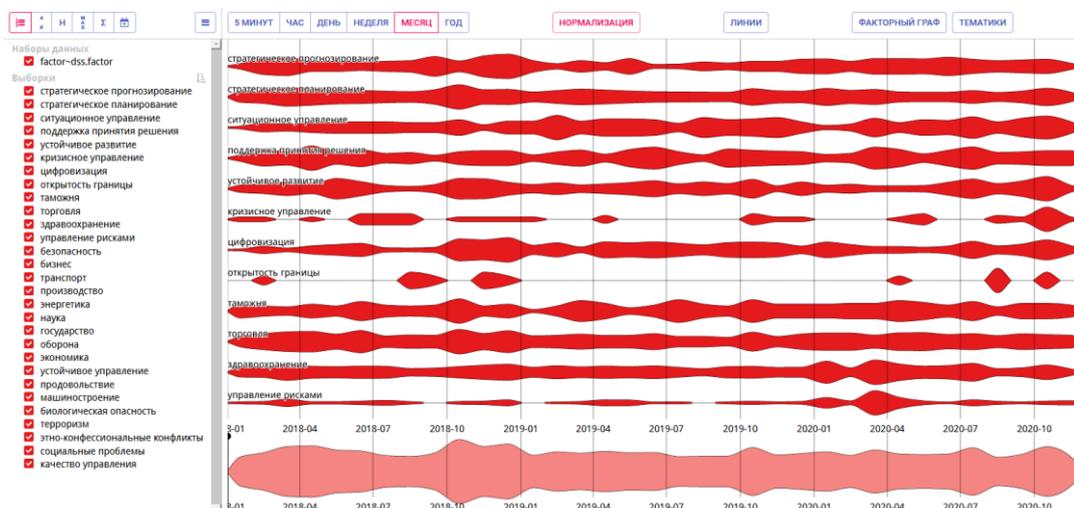


Рисунок П.2 – Временные ряды факторов

Посредничество факторов в когнитивном графе по материалам СМИ:  
(фактор, узел графа с наибольшим значением «посредничества» —  
узел, через который проходит наибольшее количество путей между узлами  
графа)

Таблица П.3 – Факторы посредники

Название	Промежуточность
биологическая опасность	13,88
управление рисками	13,3
этно-конфессиональные конфликты	1,277
социальные проблемы	0,57
кризисное управление	0,282
экономика	0,256
устойчивое управление	0,159
оборона	0,156
открытость границы	0,131
машиностроение	0,11
безопасность	0,102
стратегическое планирование	0,095
здравоохранение	0,067
поддержка принятия решения	0,063
производство	0,046
терроризм	0,023
стратегическое прогнозирование	0,022
наука	0,02
устойчивое развитие	0,019
государство	0,018
энергетика	0,016
торговля	0,015
бизнес	0,014
транспорт	0,013
продовольствие	0,002
цифровизация	0,002
ситуационное управление	0,001
таможня	0
качество управления	0

Когнитивный граф. Веса факторов, по экспериментальным данным

Цветовая легенда: цвет линий (дуг) отображает коэффициент корреляции между узлами, красный = сильная положительная корреляция, зеленый = сильная отрицательная корреляция.

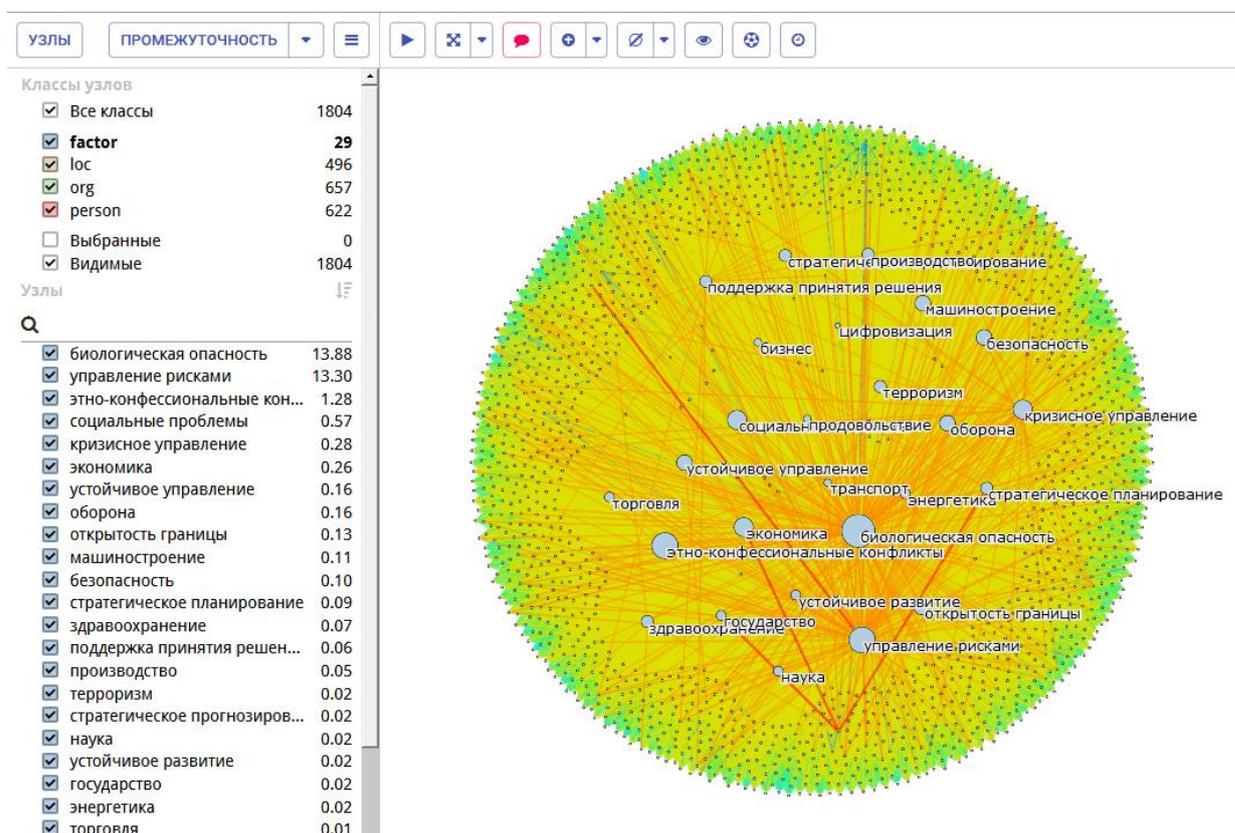


Рисунок П.3 – Проблемная область СПП в ЕАЭС

Основными факторами, определяющими проблемную область «стратегическое планирование и прогнозирование в ЕАЭС» за период 2018-2020 оказываются: «биологическая опасность», «управление рисками», «этно-конфессиональные конфликты», «социальные проблемы», «кризисное управление», «экономика».

Когнитивный граф. Факторы - «причины»

Фактор - «причина» - фактор, у которого количество и суммарный вес ИСХОДЯЩИХ связей больше, чем входящих.

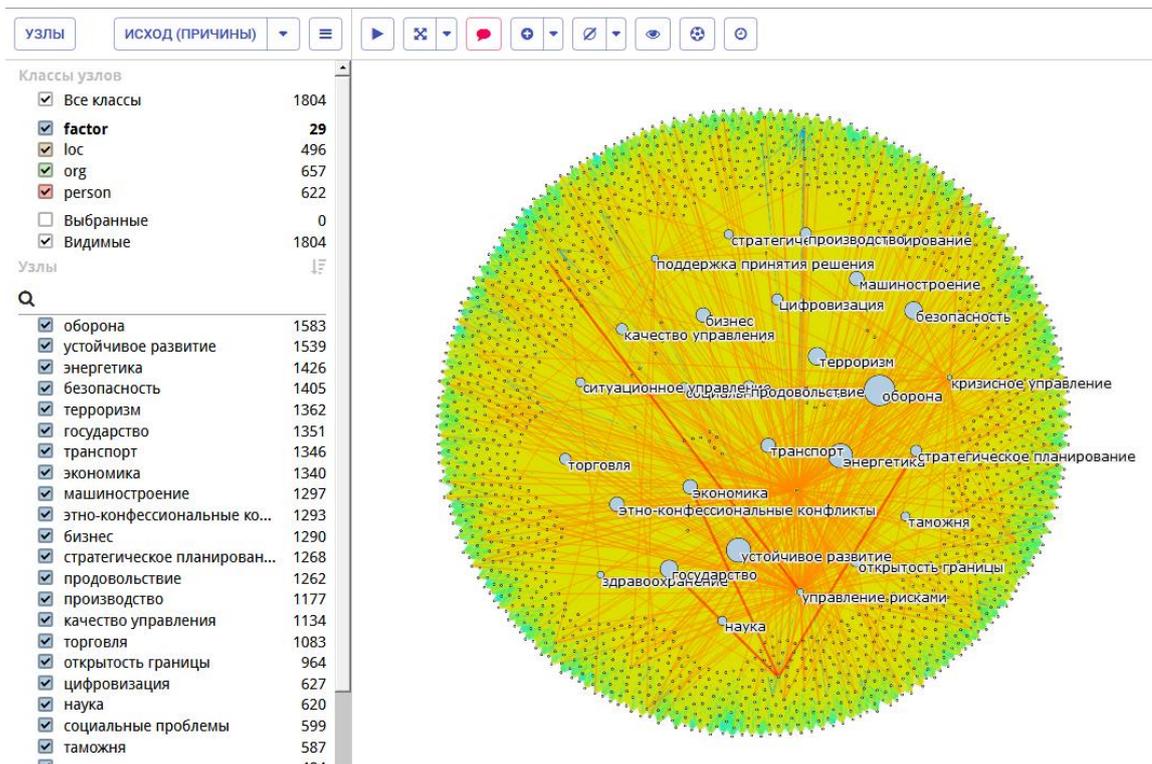


Рисунок П.4 – Граф факторов-причин

Когнитивный граф. Факторы – «следствия»

Фактор – «следствие» – фактор, у которого количество и суммарный вес ВХОДЯЩИХ связей больше, чем исходящих.

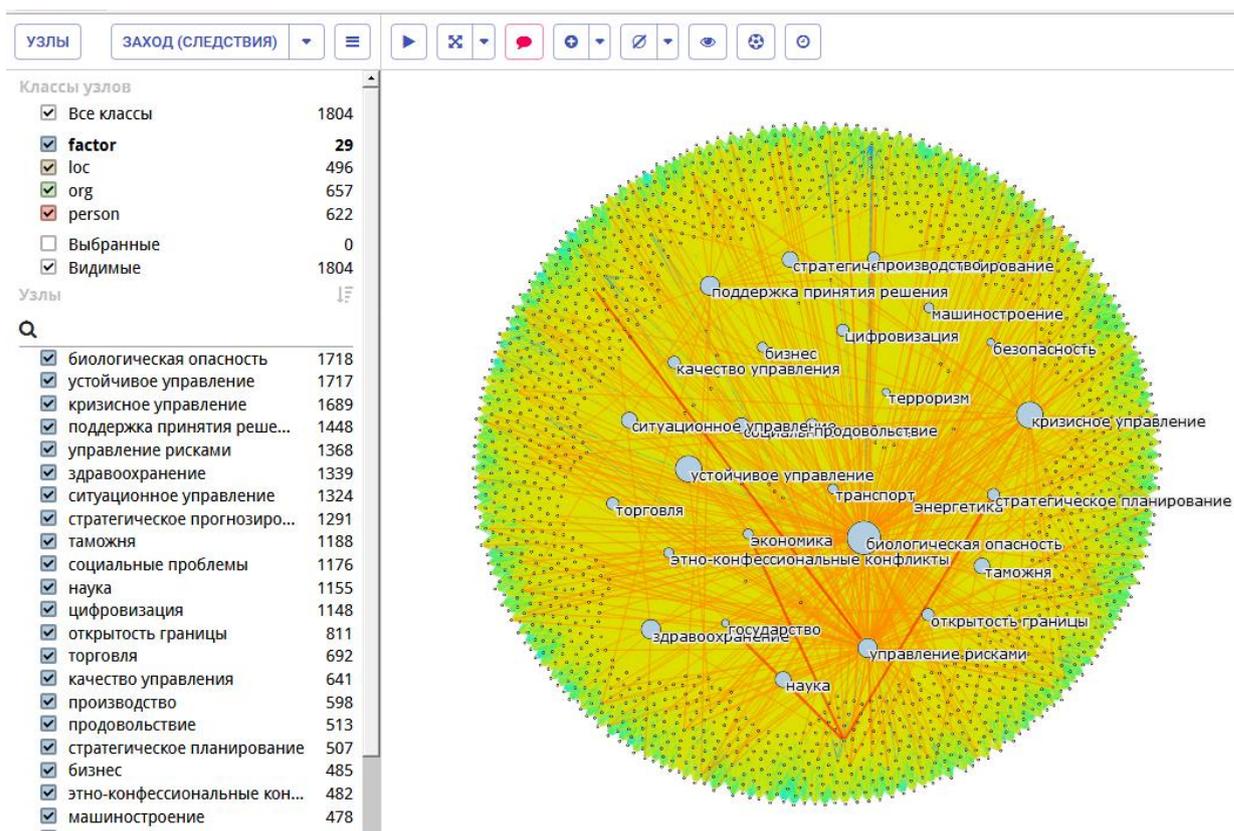


Рисунок П.5 – Граф факторов следствия

Таблица П.4 – Факторы «причины–следствия»

Название	Причина	Следствие
безопасность	1405	370
бизнес	1290	485
биологическая опасность	57	1718
государство	1351	424
здоровоохранение	436	1339
качество управления	1134	641
кризисное управление	86	1689
машиностроение	1297	478
наука	620	1155
оборона	1583	192
открытость границы	964	811
поддержка принятия решения	327	1448

продовольствие	1262	513
производство	1177	598
ситуационное управление	451	1324
социальные проблемы	599	1176
стратегическое планирование	1268	507
стратегическое прогнозирование	484	1291
таможня	587	1188
терроризм	1362	413
торговля	1083	692
транспорт	1346	429
управление рисками	407	1368
устойчивое развитие	1539	236
устойчивое управление	58	1717
цифровизация	627	1148
экономика	1340	435
энергетика	1426	349
этно-конфессиональные конфликты	1293	482

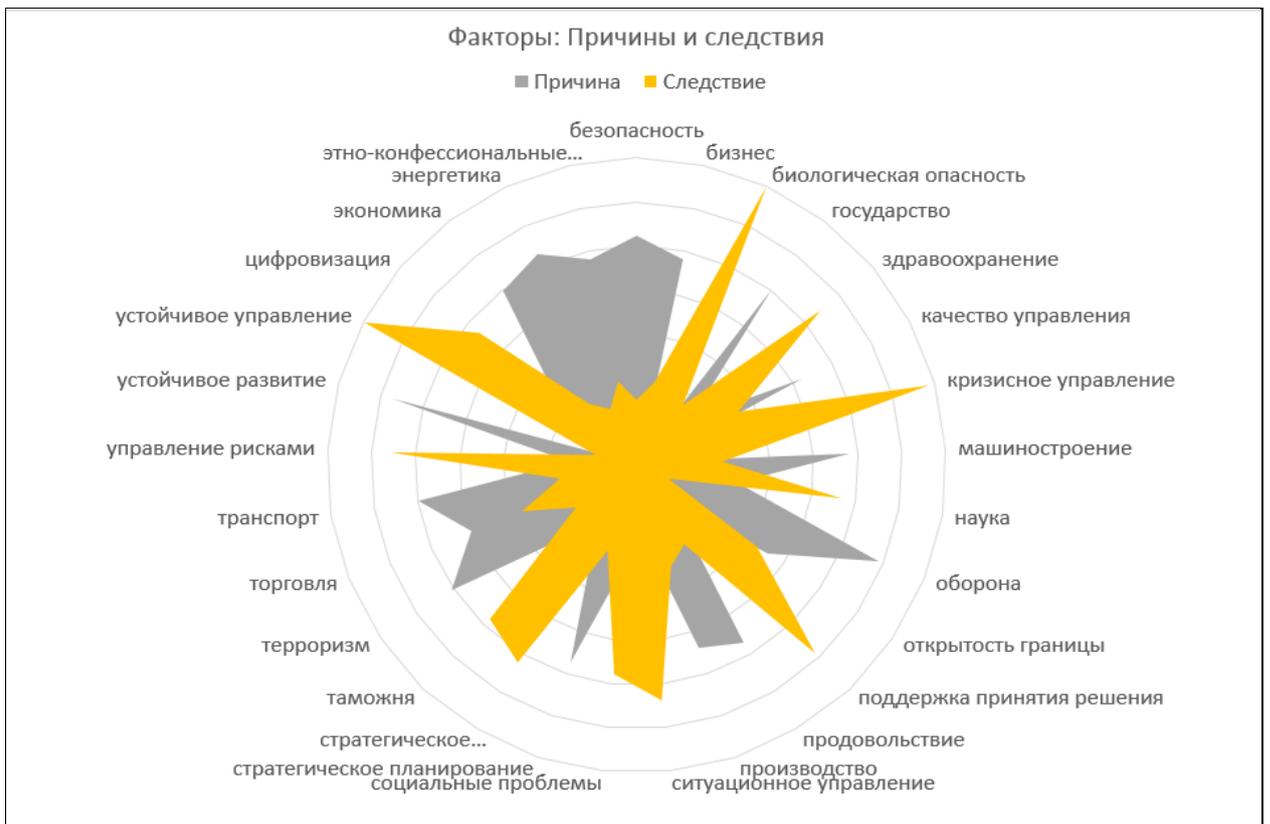


Рисунок П.6 – Факторы: причины и следствия

Содержание модельного эксперимента: исходя из вершин “причин» по сети проходит импульс, передача возмущения, согласно вероятностям и задержкам на дугах. Количество временных тактов задается (200 дней). Процесс (фактор) срабатывает, если во входящих ресурсах есть достаточное количество ресурса данного типа. В результате срабатывания фактора в выходящие ресурсы процесса добавляется ресурс. Таким образом происходит перераспределение ресурса и фиксируется частота срабатывания процессов.

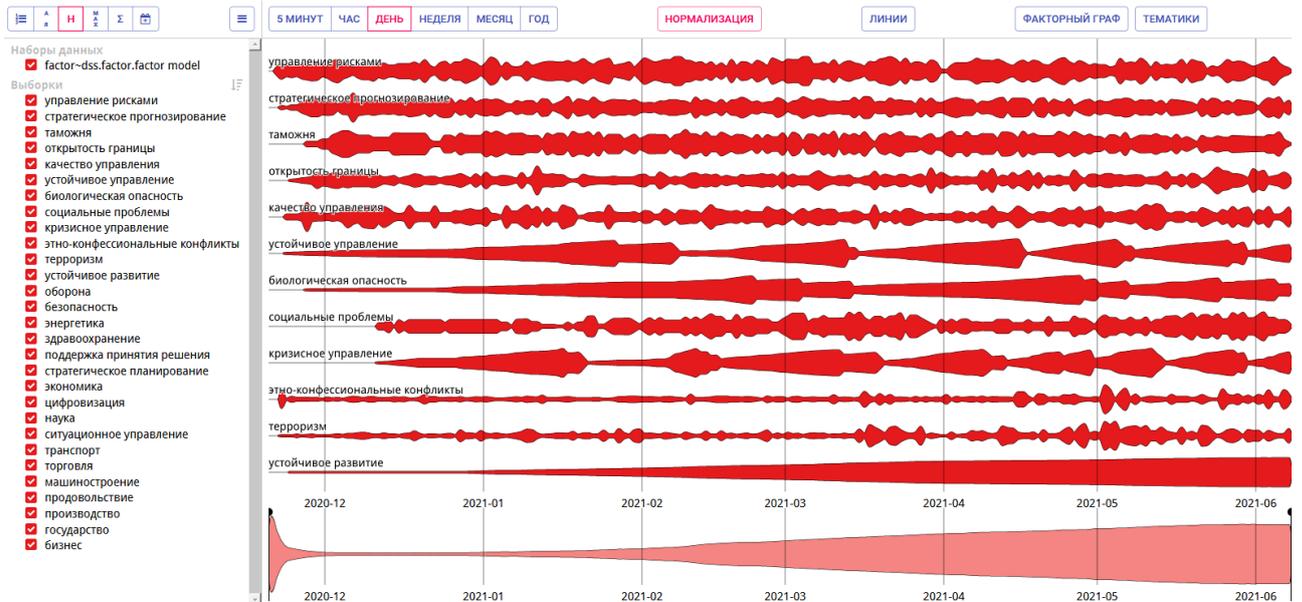


Рисунок П.7 – Временные ряды факторов по результатам моделирования

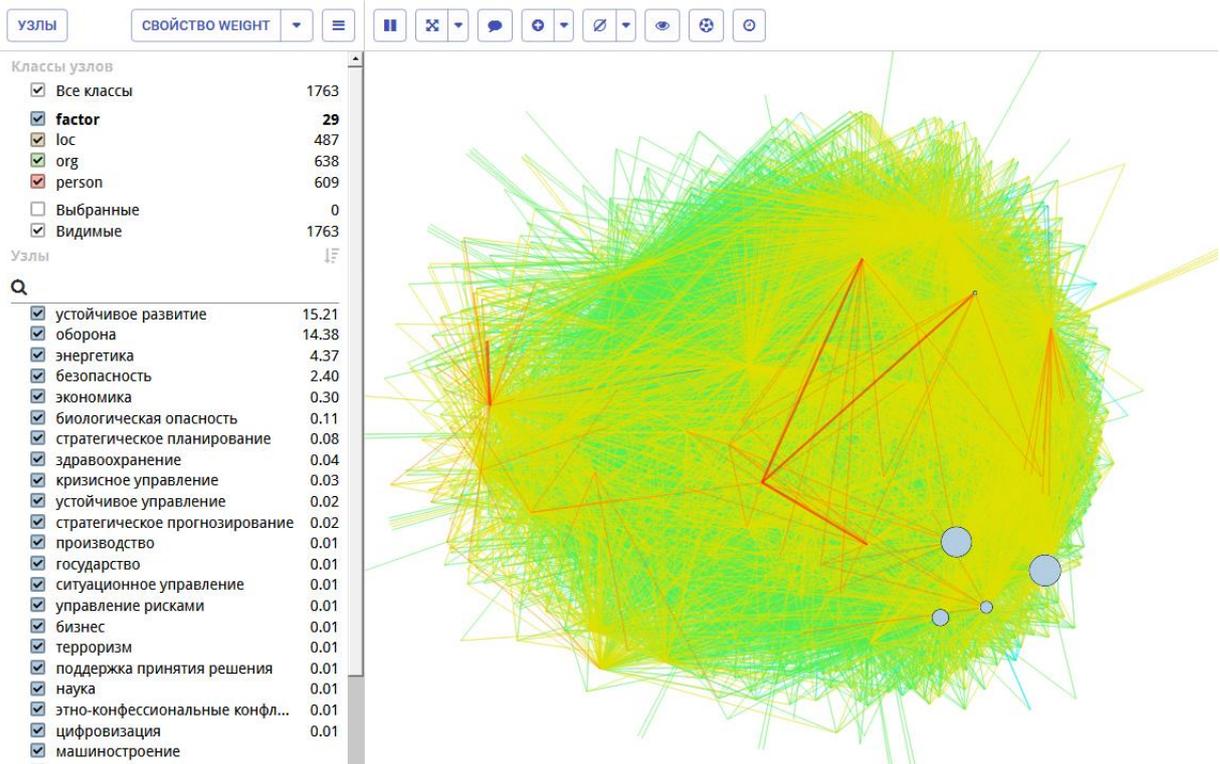


Рисунок П.8 – Когнитивный граф в конце периода моделирования, веса факторов

Таблица П.5 – Итоговые веса факторов

Название	Вес фактора
устойчивое развитие	15,214
оборона	14,383
энергетика	4,369
безопасность	2,402
экономика	0,304
биологическая опасность	0,111
стратегическое планирование	0,075
здравоохранение	0,044
кризисное управление	0,031
устойчивое управление	0,019
стратегическое прогнозирование	0,015
производство	0,014
государство	0,014
ситуационное управление	0,012
управление рисками	0,009
бизнес	0,008
терроризм	0,008
поддержка принятия решения	0,008
наука	0,008
этно-конфессиональные конфликты	0,007
цифровизация	0,007
машиностроение	0,005
качество управления	0,004
торговля	0,004
социальные проблемы	0,003
транспорт	0,001
открытость границы	0,001
таможня	0,001
продовольствие	0

В конце модельного периода наибольшим весом обладают факторы «оборона» и «устойчивое развитие».

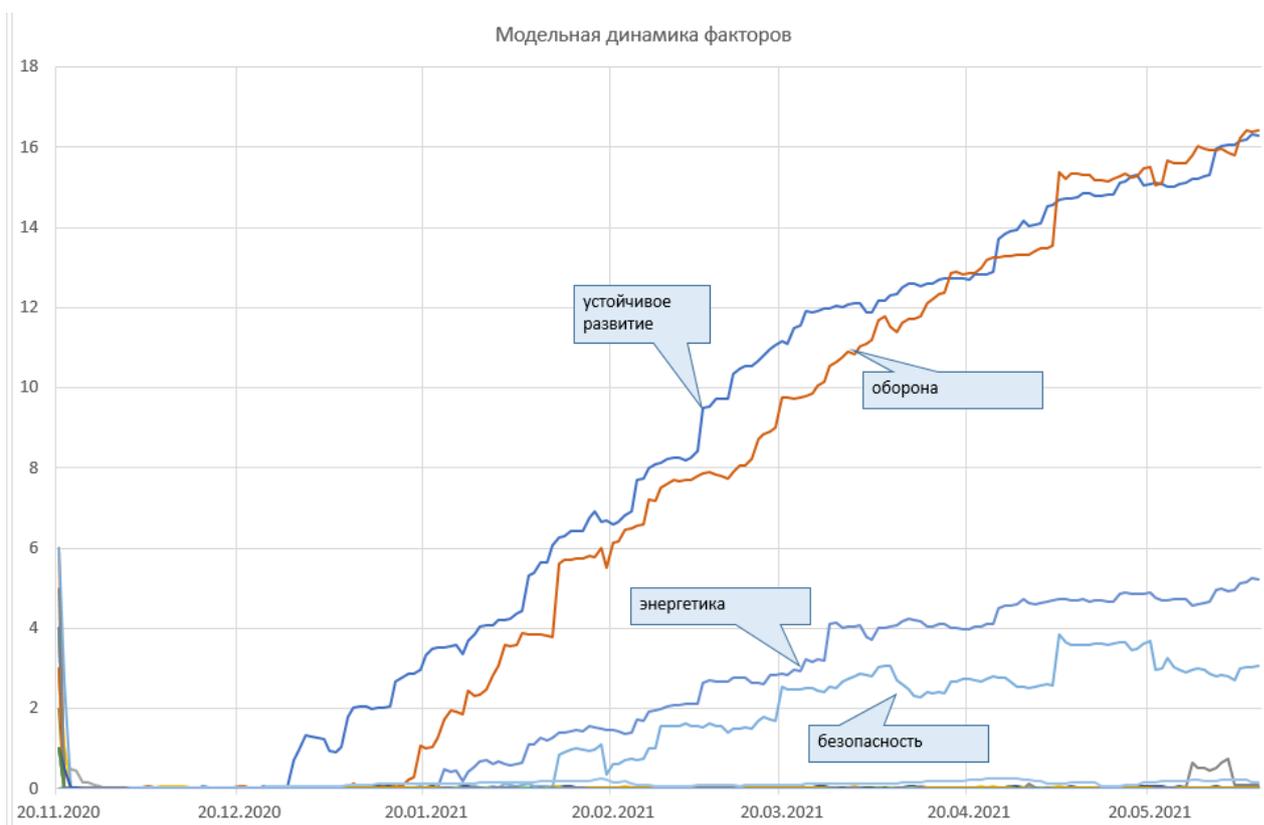


Рисунок П.9 – Модельная динамика факторов

Таблица П.6 – Модельные причины и следствия

Название	Модельные причины	Модельные следствия
безопасность	492	176
бизнес	720	240
биологическая опасность	6	111
государство	669	257
здравоохранение	173	156
качество управления	324	176
кризисное управление	20	154
машиностроение	577	142
наука	320	197
оборона	619	162
открытость границы	327	270
поддержка принятия решения	87	146
продовольствие	594	267
производство	688	252

ситуационное управление	171	264
социальные проблемы	172	149
стратегическое планирование	751	319
стратегическое прогнозирование	247	291
таможня	220	295
терроризм	666	274
торговля	599	277
транспорт	751	310
управление рисками	118	144
устойчивое развитие	432	205
устойчивое управление	13	170
цифровизация	312	219
экономика	669	288
энергетика	483	216
этно-конфессиональные конфликты	695	312



Рисунок П.10 – Факторы: причины и следствия по результатам моделирования

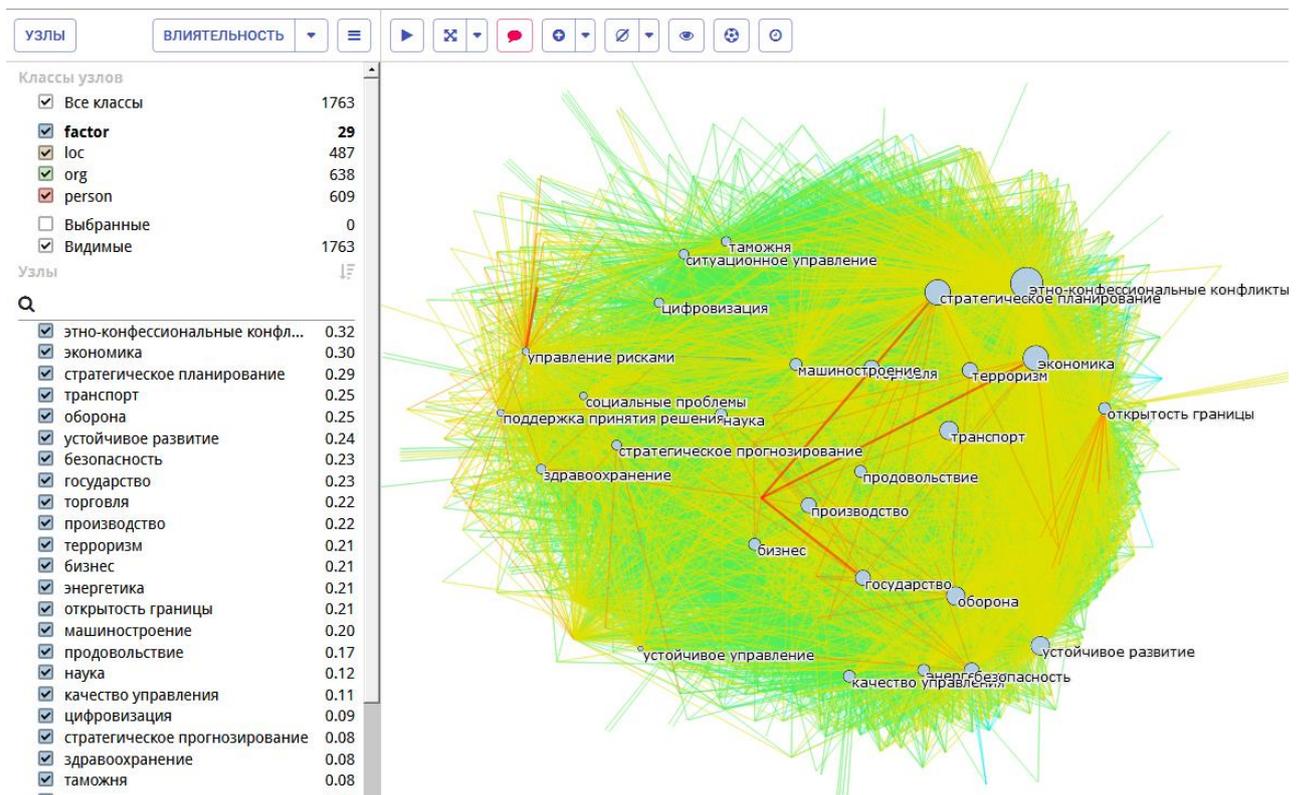


Рисунок П.11 – Влиятельные факторы по результатам моделирования

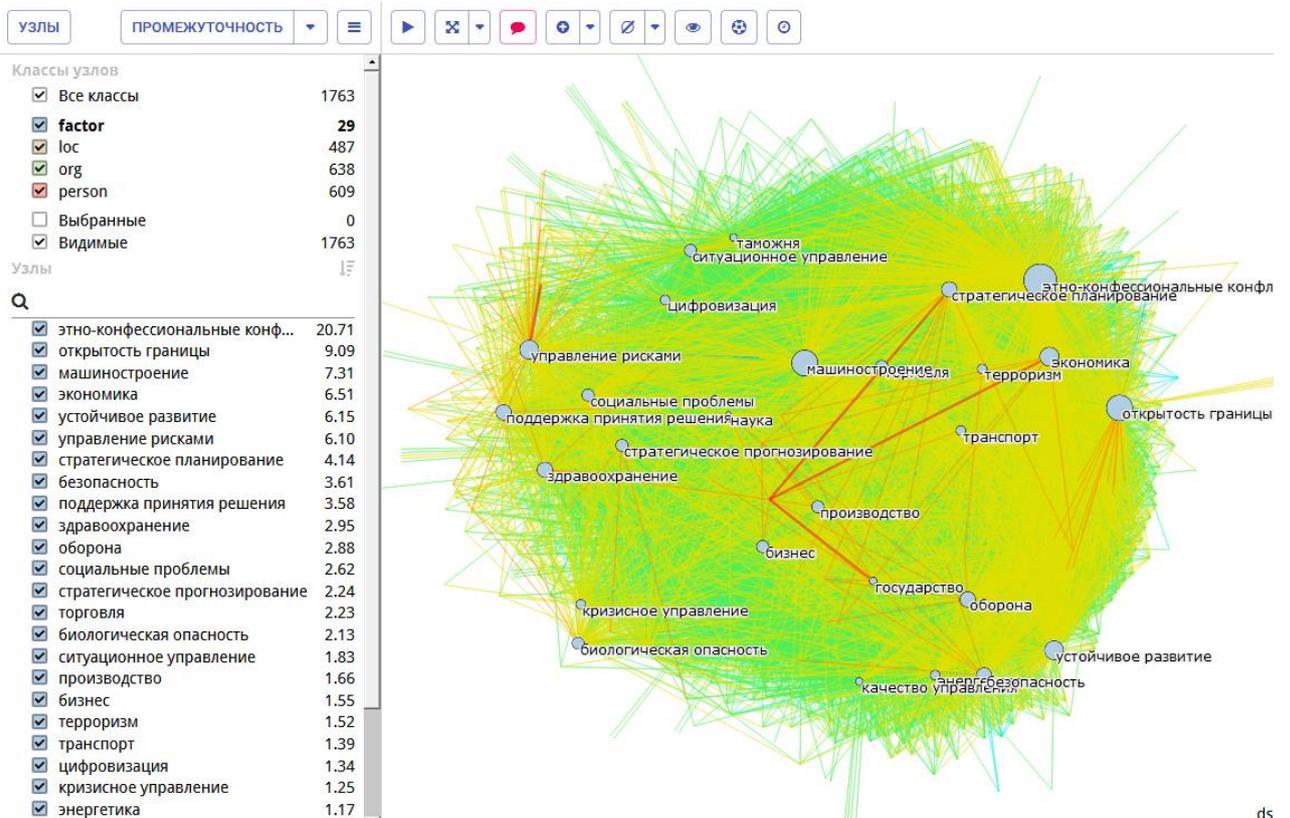


Рисунок П.12 – Факторы-посредники по результатам моделирования

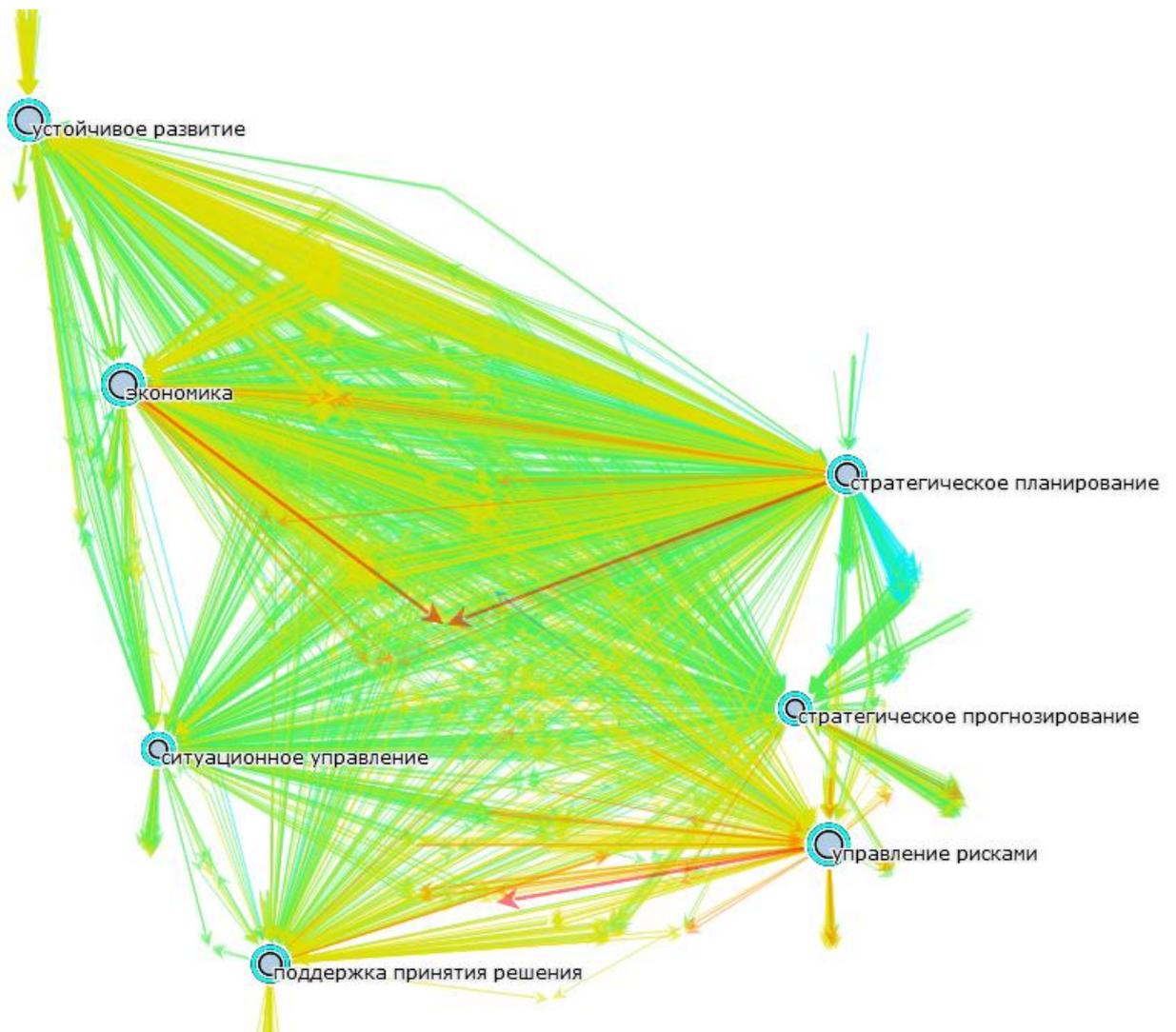


Рисунок П.13 – Поточковая диаграмма перетока влияния между факторами в результате моделирования (смена приоритетов)

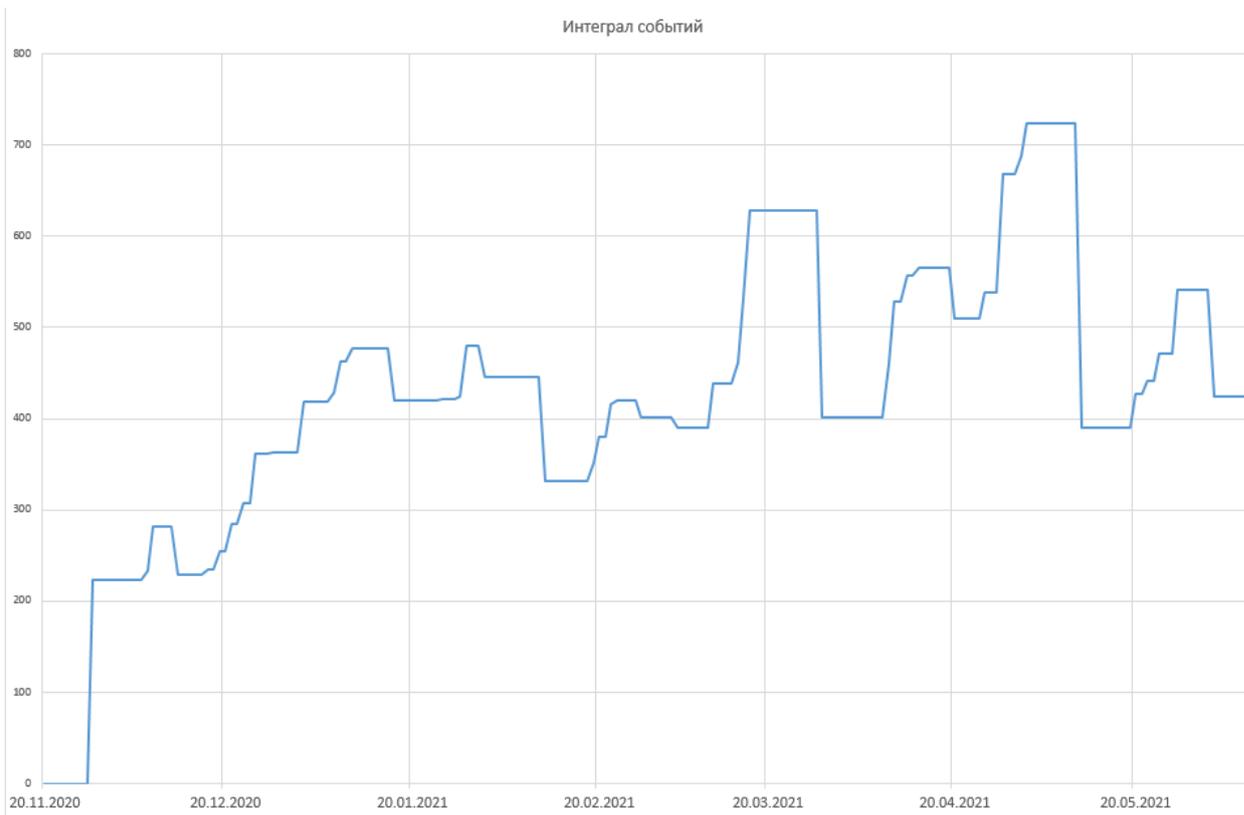


Рисунок П.14 – Расчетная (модельная) динамика интенсивности событий в предметной области

География событий по предметной области, по результатам моделирования

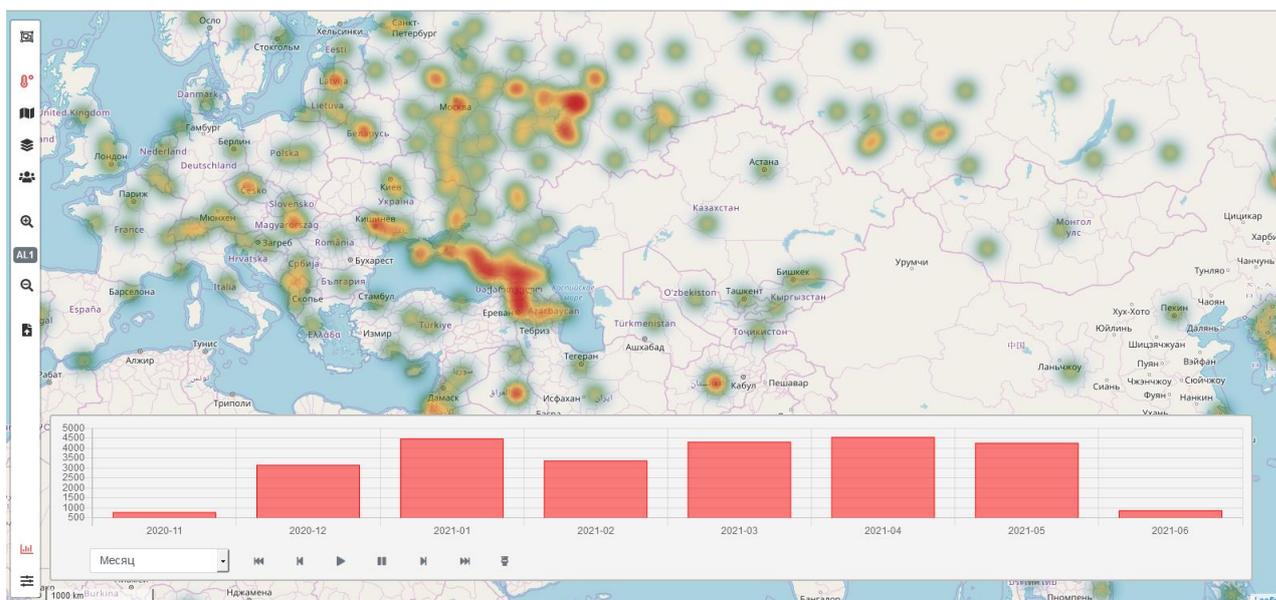


Рисунок П.15 – Интегрально, события, связанные с «стратегическим прогнозированием и планированием», на горизонте 2020-12...2021-06

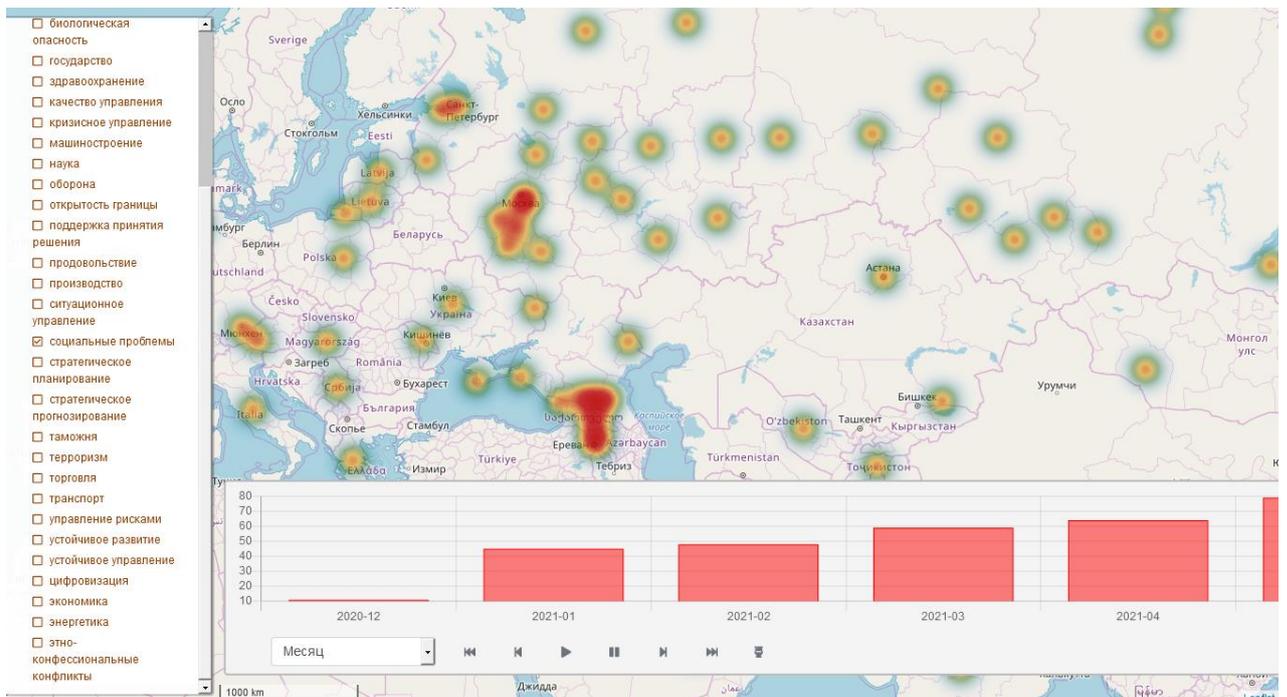


Рисунок П.16 – Социальные проблемы

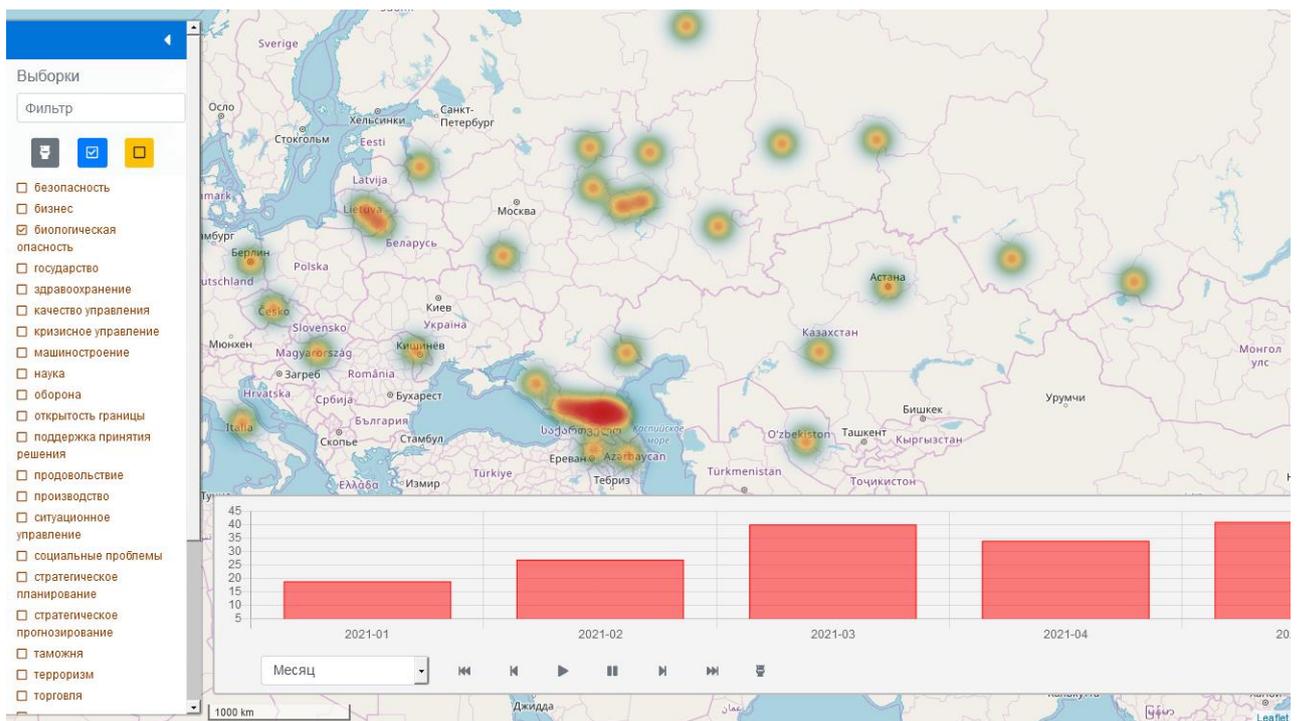


Рисунок П.17 – Биологическая опасность

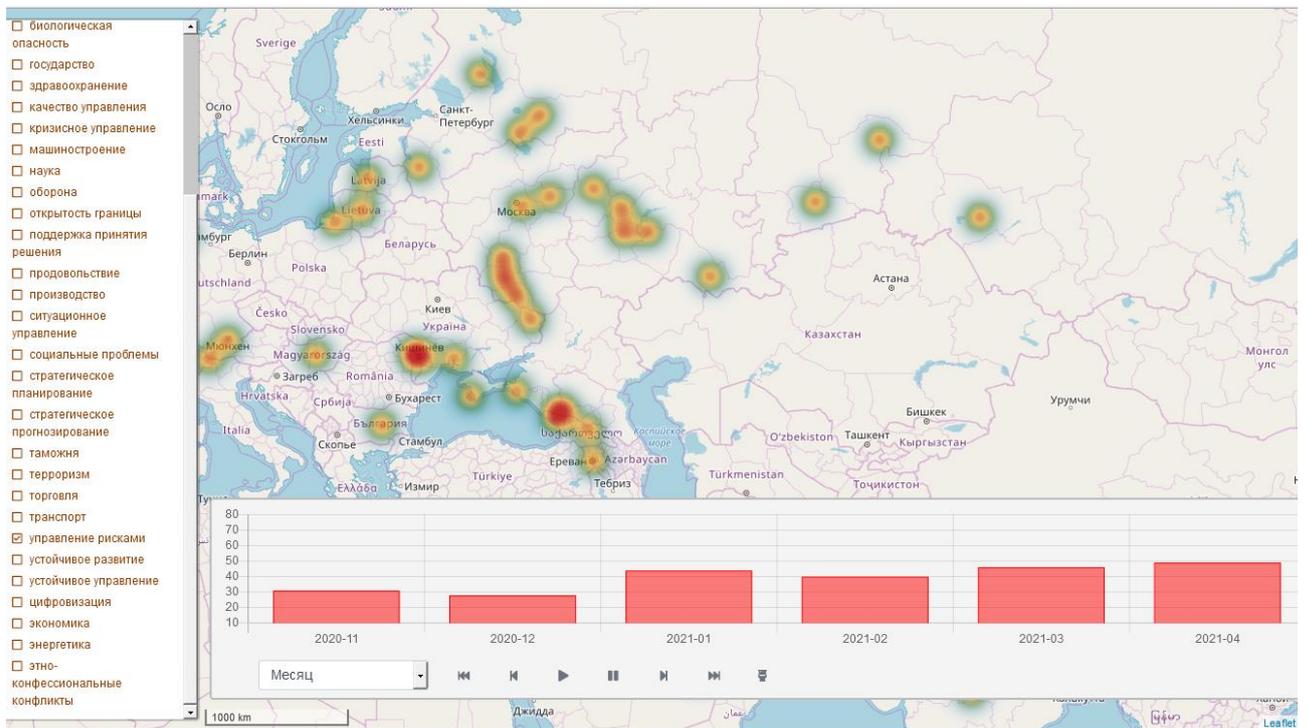


Рисунок П.18 – Управление рисками

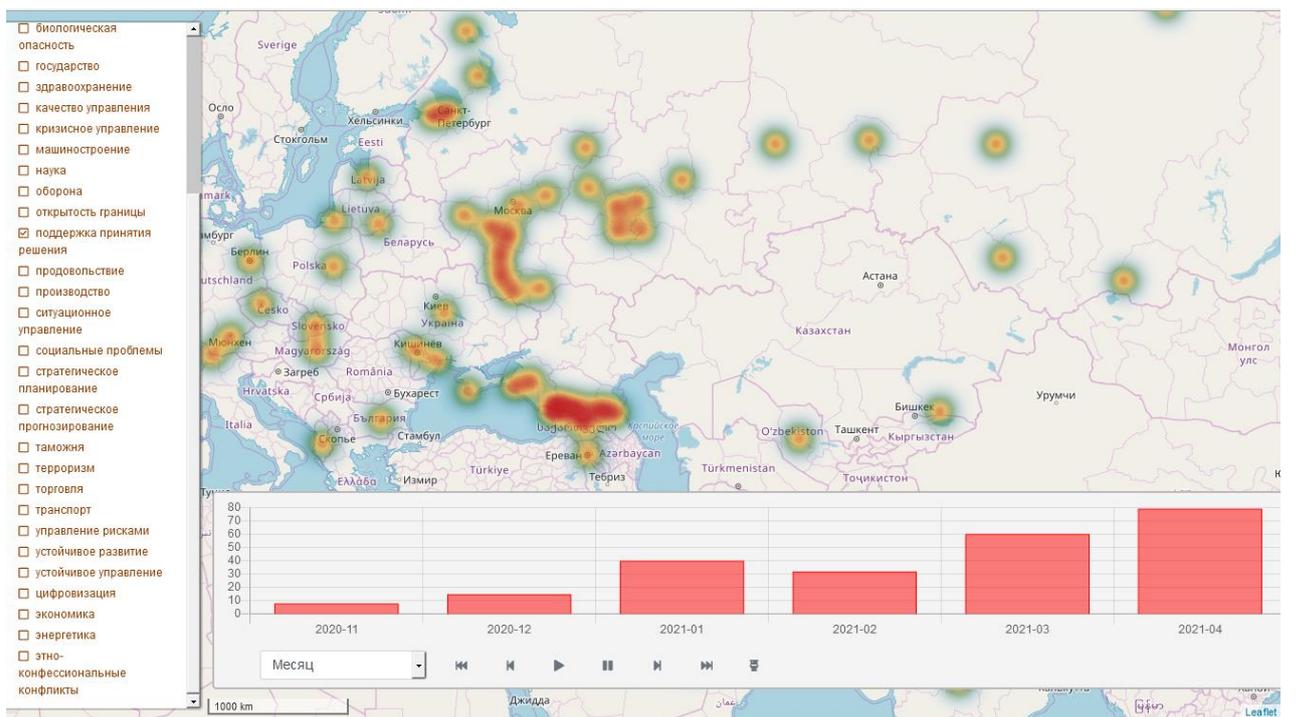


Рисунок П.19 – Поддержка принятия решения

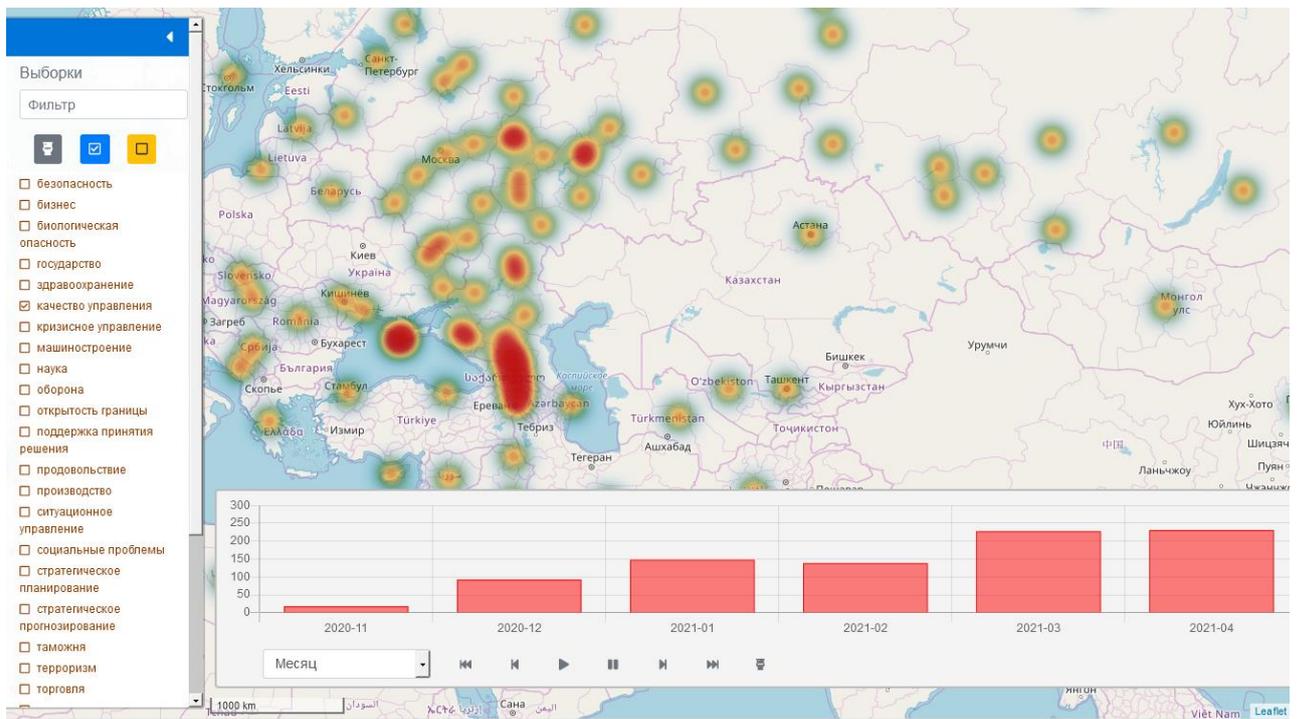


Рисунок П.20 – Качество управления

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гренджер К., Хатанака М. Спектральный анализ временных рядов в экономике. – М., 1972.
2. Ивахненко А.Г., Лапа В.Г. Предсказание случайных процессов. – Киев, 1971.
3. Френкель А.А. Математические методы анализа динамики и прогнозирования производительности труда. – М., 1972.
4. Чуев Ю.В. и др. Прогнозирование количественных характеристик процессов. – М., 1975.
5. Adelson R.M. The Dinamic Behavior of Linear Forecasting and Scheduling Rules // Operational Research Quarterli. – 1966. – Vol. 17. No. 4.
6. Легостаева И.Л., Ширяев А.Н. Минимальные веса в задаче выделения тренда случайного процесса // Теория вероятностей и ее применение. – 1971. – Т. XVI. № 2.
7. Brown R.G. Smoothing, Forecasting and Prediction of Discrete Time Series. – N. Y., 1969.
8. Уилкс С. Математическая статистика. – М., 1967.
9. Болч Б., Хуань К.Дж. Многомерные статистические методы для экономики. – М., 1979.
10. Бард Й. Нелинейное оценивание параметров. – М., 1979.
11. Goldfeld S.M., Quandt R.E. Some Tests for Homoscedasticity // Journal of the American Statistical Association. – 1965. – Vol. 60.
12. Tukey J.W. The Future of Data Analysis // Annual Mathematical Statistics. – 1967. – Vol. 33.
13. Ершов А.А. Стабильные методы оценки параметров // Автоматика и телемеханика. – 1978. – № 8.
14. Box G.E.P. Non-normality and Tests on Variances // Biometrika. – 1953. – Vol. 40.

15. Huber P.J. Robust Estimation of a Location Parameter // Annual Mathematical Statistics. – 1964. – Vol. 35.
16. Hogg R.V. a. o. Selecting the Underlying Distribution and Adaptive Estimation // Journal of the American Statistical Association. – 1972. – Vol. 67.
17. Анисимов С.А., Райбман Н.С. О минимаксной идентификации // Автоматика и телемеханика. – 1977. – № 1.
18. Ершов А.А., Линцер Р.Ш. Робастный фильтр Калмана в дискретном времени // Автоматика и телемеханика. – 1978. – № 3.
19. Титаренко Б.М. Статистическое оценивание в условиях «засоренности»: Труды 3-й зимней школы по математическому прогнозированию и смежным вопросам. – Вып. 3. – Дрогобыч, 1980.
20. Ивахненко А.Г., Лапа В.Г. Предсказание случайных процессов. – Киев, 1971.
21. Ивахненко А.Г. Долгосрочное прогнозирование и управление сложными системами. – Киев, 1975.
22. Wolberg T.R. Prediction Analysis. – L., 1977.
23. Розин Б.Б. Распознавание образов в экономических исследованиях. – М., 1973.
24. Неймарк Ю.А. и др. Распознавание образов и медицинская диагностика. – М., 1972.
25. Фу К. Последовательные методы в распознавании образов и обучении машин. – М., 1971.
26. Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов. – М., 1978.
27. Айвазян С.А. и др. Классификация многомерных наблюдений. – М., 1974.
28. Лбов Г.С. Выбор эффективной системы зависимых признаков // Вычислительные системы. – Вып. 19. – Новосибирск, 1965.
29. Гельфанд И.М., Фомин С.В. Вариационное исчисление. – М., 1961.
30. Седелев Б.В. Оценка распределения лагов в экономических процессах. – М., 1977.

31. Зайкин В.С. Применение простых цепей Маркова для прогнозирования расходов населения // Проблемы моделирования народного хозяйства. Ч. IV. – Новосибирск, 1973.

32. Кемени Дж., Снелл Дж. Конечные цепи Маркова. – М., 1970.

33. Рвачев В.Л. Геометрические приложения алгебры логики. – Киев, 1967.

34. Скрипкин В.А. и др. Математические методы исследования операций в военном деле. – М., 1972.

35. Грень Е. Статистические игры и их применение. – М., 1975.

36. Де Гроот М. Оптимальные статистические решения. – М., 1974.