

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Институт проблем управления имени В.А. Трапезникова

**ИНСТРУМЕНТЫ
ИНДИКАТИВНОГО
ПЛАНИРОВАНИЯ**
**(стратегический менеджмент
и математическое моделирование)**

Общая редакция – д.т.н. О.И. Дранко

Москва
2025

ББК 65.04.65.23 65.290-2

Авторский коллектив:

З.К. Авдеева, В.К. Акинфиев, А.С. Богомолов, В.Н. Бурков, И.В. Буркова, О.И. Дранко, А.К. Еналеев, А.А. Захарова, В.В. Клочков, С.В. Коврига, В.А. Кушников, Ф.Ф. Пашенко, А.Ф. Резчиков, И.В. Селезнева, О.О. Смирнова, И.А. Степановская, А.Д. Цвиркун, В.В. Цыганов.

Инструменты индикативного планирования (стратегический менеджмент

и математическое моделирование) / Под ред. д.т.н. О.И. Дранко. – М.: ЛЕНАНД, 2025. – 352 с.

Книга содержит подробное описание методов индикативного планирования, объединяющих стратегический менеджмент и математическое моделирование.

Первая глава посвящена общим вопросам методики индикативного планирования. Особенностью разработанной в монографии «сквозной» методики индикативного планирования является использование связанных моделей, каждая из которых исследует относительно небольшую часть вопроса. В комплексе они показывают цепочку от целей к индикаторам, затем от индикаторов – к необходимым мероприятиям и ресурсам, далее рассчитывают реально достижимый уровень целевых показателей на основе имеющихся ресурсов. По сути, предложенная методика развивает методы программно-целевого управления.

Вторая глава посвящена базовым моделям индикативного планирования. Эти модели являются достаточно универсальными и могут применяться для решения широкого круга задач на различных этапах планирования. Особенно noteworthy является их научное обоснование на базе математического моделирования.

В третьей главе рассмотрены специализированные модели индикативного планирования. Эти модели характеризуются введением функциональных связей, которые позволяют проанализировать влияние значимых факторов управления на достижение целевых значений индикаторов, и могут применяться при разработке и анализе стратегий развития отраслей, регионов, крупных организаций.

Книга рассчитана прежде всего на органы власти, аналитические службы федерального и регионального уровня; на научных работников и аспирантов, специалистов в области стратегического управления, распределения ресурсов; на студентов, обучающихся по направлению «Государственное и муниципальное управление», «Стратегический менеджмент» и «Прикладная математика». И, конечно, данная монография может оказаться полезной для всех читателей, интересующихся проблемами управления крупномасштабными социально-экономическими системами с помощью индикативного планирования.

Основа настоящей монографии заложена в 2023 г. в рамках деятельности «Центра научно-методологического сопровождения стратегического планирования» под руководством д.э.н. О.О. Смирновой (проект «Научно-методическое обеспечение системы стратегического планирования Российской Федерации», паспорт работы № 4748-23, реестровый номер – 850000Ф.99.1.БН66АА00000). В процессе работы сформировался коллектив авторов, занимающийся развитием моделей для индикативного планирования в стране.

Рецензенты:

Проф. кафедры государственного управления и национальной безопасности Института права и национальной безопасности РАНХиГС, эксперт РАН, д.-р полит. наук Д.А. Афиногенов
гл. науч. сотр. Института машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, председатель комиссии РАН по техногенной безопасности, чл.-корр. РАН, Н.А. Махутов

Печатается по решению Редакционного совета Института проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук (ИПУ РАН) (выписка из протокола №1 от 02.04.25) ООО «ЛЕНАНД», 117312, Москва, пр-т Шестидесятилетия Октября, д. 11А, стр. 11

Формат 60 × 90/16. Печ.л. 22. Зак. № ВШ -863

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами.

Полиграфическое бюро «Книголюбов» АО «Издательство «Высшая школа»
127051, Москва, ул. Неглинная, д. 29, строение 1

ISBN 978-5-00237-192-1

© Коллектив авторов, 2025 г.

© ЛЕНАНД, оригинал-макет,
оформление, 2025 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Перечень сокращений и обозначений	6
Введение	8
Глава 1	15
Общие принципы индикативного планирования	15
1.1. Определения.....	15
1.2. Обобщение мирового опыта индикативного планирования	19
1.3. Уровни планирования и управления	22
1.4. Модели индикативного планирования	28
Базовые модели ИП.....	29
Специализированные модели ИП.....	29
Узкоспециализированные модели ИП.....	30
Модели ИП для анализа достижения целей.....	30
Прогнозные модели ИП.....	31
Пример 1. Анализ роста ВВП РФ с помощью моделей М5 и М19	33
1.5. Общие принципы организации системы индикативного планирования	35
1.6. Связь принципов и моделей индикативного планирования.....	37
1.7. Методика (этапы) индикативного планирования	39
1.8. Использование моделей на различных этапах индикативного планирования	49
1.9. Пример 2. «Сквозное» применение методики: от целей страны до роста отраслей.....	54
1.9.1. Формирование структуры целей и задач.....	57
1.9.2. Формирование набора индикаторов	65
1.9.3. Измерение индикаторов.....	70
1.9.4. Сбор данных: оценка фактического состояния	71
1.9.5. Выбор сценария прогноза.....	72
1.9.6. Инерционный прогноз	74
1.9.7. Проработка факторов роста прогнозных показателей	80
1.9.8. Ресурсы.....	82
1.9.9. Программы развития	96
Пример 3. Применение методики ИП на примере программы развития отрасли	97
Выводы по главе 1	102
Глава 2	104
Базовые модели индикативного планирования	104
2.1. Модель «цели – задачи – индикаторы» (М9).....	104
Пример 4. Формирование системы целей, задач и базовых индикаторов на примере СЭБ РФ	112

Пример 5. Формирование системы целей, задач и базовых индикаторов на примере развития реального сектора экономики.....	126
2.2. Модель стратегического анализа сценариев социально-экономического развития на основе когнитивных карт (М31)	140
2.3. Модель определения аналитических признаков индикаторов (М5).....	153
Пример 6. Анализ временного ряда данных на примере индикаторов СЭБ РФ.....	154
2.4. Модели агрегирования и дезагрегирования двухуровневых систем (М1, М2).....	164
Пример 7. Алгоритм распределения ограниченного ресурса	173
Пример 8. Пример линейной свертки: выбор помощника.....	177
2.5. Модель комплексного оценивания (М7)	183
Пример 9. Выбор проектов с помощью процедуры двухуровневой матричной свертки	192
Пример 10. Комплексная оценка проектов использования альтернативных видов энергии для тяги поездов	202
2.6. Модель классификации отклонений фактических и плановых значений скалярного индикатора (М8).....	214
Пример 11. Расчет и интерпретация классов отклонений на основе алгоритма оценивания параметров решающего правила и классификации.....	225
Пример 12. Расчет пороговых значений классов скалярных индикаторов	228
Выводы к главе 2	231
Глава 3	232
Специализированные модели индикативного планирования	232
3.1. Модели двухуровневых систем (М19).....	232
Пример 13. Кластеры по темпам роста отраслевой ВДС	240
Пример 14. Анализ двухуровневой системы производства электроэнергии	244
3.2. Модели системной динамики (М17).....	248
Пример 15. Оценка достижения индикаторами целевых значений при производстве лекарств	269
3.3. Прогнозирование и управление стратегическим развитием компаний (М24, М25).....	285
Пример 16. Анализ целей роста авиастроения	291
Пример 17. Анализ достижимости целей развития авиатранспортной отрасли	300
3.4. Модели механизмов влияния технологического развития (на примере авиастроения) (М29)	318

3.4.1. Определение целей НТР авиастроительной отрасли	327
Пример 18. Цели и индикаторы НТР авиастроительной отрасли	331
3.4.2. Модели стоимости разработки и производства АТ	333
3.4.3. Модель количества занятых в АП, средней производительности труда	338
3.4.4. Модель стоимости и качества пассажирских авиаперевозок на межрегиональных воздушных линиях	340
3.4.5. Модель стоимости и качества пассажирских авиаперевозок на местных воздушных линиях	342
Пример 19. Модель зависимости затрат от стандарта качества транспортного обслуживания	343
3.4.6. Структурная оптимизационная модель спроса на магистральные авиаперевозки	344
3.4.7. Модель спроса на авиационную технику и ее послепродажное обслуживание в зависимости от спроса на авиационные работы и услуги	347
Выводы к главе 3	352
Заключение	353
Сведения об авторах	355
Список литературы	360

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

АП – авиапромышленность
АТ – авиационная техника
ВВП – валовый внутренний продукт
ВДС – валовая добавленная стоимость
ВС – воздушное судно
ДС – добавленная стоимость
ГП – государственная программа
ЖЦИ – жизненный цикл изделия
ИИ – искусственный интеллект
ИИП – инструменты индикативного планирования
ИП – индикативное планирование
ЛПР – лицо, принимающее решение
ЛФР – лицо, формирующее решение
МВЛ – местные воздушные линии
НБ – национальная безопасность
НТР – научно-техническое развитие
ОТДМР – отдаленные, труднодоступные и малонаселенные регионы
ОКВЭД – общероссийский классификатор видов экономической деятельности
ППО – послепродажное обслуживание
СНТР – стратегия научно-технического развития
СП – стратегическое планирование
ССП – система стратегического планирования
ТОиР – техническое обслуживание и ремонт
ТП – технологическая политика
ТПП – технологическая подготовка производства
ТЭК – топливно-энергетический комплекс
ФОИВ – федеральный орган исполнительной власти
ЦП – целевые показатели
ЦП/И – целевые показатели и индикаторы
ЭБ – экономическая безопасность

AFC – Average Fixed Cost (средние постоянные расходы)
CAGR – Compound Annual Growth Rate (совокупный среднегодовой темп роста)

Сокращения названий законодательных актов и государственных стратегий

172-ФЗ – Федеральный закон № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации», принят 28 июня 2014 г.

КПРАО – «Комплексная программа развития авиатранспортной отрасли Российской Федерации до 2030 года», утв. Распоряжением Правительства РФ № 1693-р 25 июня 2022 г.

РАП (СРАП, Госпрограмма 1) – «Развитие авиационной промышленности на 2013 – 2025 годы», утв. Постановлением Правительства РФ № 303 от 15.04.2014 г., изменена с 1 декабря 2022 г. Постановлением Правительства РФ № 2114 от 22 ноября 2022 г.

СвС – «Сводная стратегия развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2030 года и на период до 2035 года», утв. Распоряжением Правительства РФ от 6 июня 2020 г. № 1512-р (в редакции распоряжения Правительства РФ от 9 сентября 2023 г. № 2436-р.).

СНБ (Указ № 400) – «Стратегия национальной безопасности Российской Федерации», утв. Указом Президента РФ № 400 от 2 июля 2021 г.

СНЦТ – «Стратегическое направление в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности», утв. распоряжением Правительства РФ № 3142 от 6 ноября 2021 г.

СРФП – «Стратегия развития фармацевтической промышленности Российской Федерации на период до 2030 года», утверждена распоряжением Правительства РФ № 1495-р. от 07 июня 2023 г.

СЭБ (Указ № 208) – «Стратегия экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года», утверждена Указом Президента РФ № 208 от 13 мая 2017 г.

ГПСЭР (Постановление № 316, Госпрограмма 2) – Государственная программа РФ «Экономическое развитие и инновационная экономика» (утв. постановлением Правительства РФ № 316 от 15 апреля 2014 г.

ТрС – «Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года», утв. Распоряжением Правительства РФ № 3363-р от 27 ноября 2021 г.

Указ № 474 – Указ Президента РФ № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 г.» от 21 июля 2020 г.

Указ № 633 – Указ Президента РФ «Об утверждении основ государственной политики в сфере стратегического планирования в Российской Федерации» № 633 от 8 ноября 2021 г.

ВВЕДЕНИЕ

Для современной системы стратегического планирования в России базовым является федеральный закон № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации», принятый в 2014 г. Далее в него было внесено несколько поправок, причем все касались исключительно документов стратегического планирования. Скорректированы отдельные статьи в части прогноза научно-технологического развития Российской Федерации (поправки 2023 г.), внесены изменения в схемы территориального планирования (поправки 2020 г.), изменен прогноз научно-технологического развития РФ (поправки 2017 и 2019 гг.), корректировались стратегии субъектов (поправки 2017 г.) и стратегия научно-технологического развития РФ (поправки 2016 г.).

Планирование на стратегическом уровне подразумевает кооперативное управление и коллективное принятие решений по выбору приоритетов, определению круга задач с учетом распределения ресурсов. Соответственно, стратегическое планирование – это процесс согласованного формирования стратегии развития системы на долгосрочный период. В свою очередь, стратегия – общий, недетализированный план, охватывающий длительный период времени, способ достижения сложной цели [1].

Согласно 172-ФЗ стратегическое планирование – деятельность участников стратегического планирования по целеполаганию, прогнозированию, планированию и программированию социально-экономического развития Российской Федерации, субъектов Российской Федерации и муниципальных образований, отраслей экономики и сфер государственного и муниципального управления, обеспечения национальной безопасности Российской Федерации, направленная на решение задач устойчивого социально-экономического развития Российской Федерации, субъектов Российской Федерации и муниципальных образований и обеспечение национальной безопасности Российской Федерации.

Стратегическое планирование – это процесс определения стратегии и принятия решений о распределении своих ресурсов для достижения стратегических целей.

Необходимо отметить, что термин «*процесс стратегического планирования*» неоднократно встречается в 172-ФЗ. Ст. 40 и 41 определяют такие процессные функции планирования:

- мониторинг;
- контроль;
- оценка результативности и эффективности документов стратегического планирования;
- проведение анализа, выявление возможных рисков и угроз и своевременное принятие мер по их предотвращению;
- оценка результативности и эффективности реализации решений, принятых в процессе стратегического планирования.

Все эти функции могут быть реализованы посредством инструментов индикативного планирования, что и было явно определено в 2021 г.:

«Основными инструментами системы стратегического планирования являются индикативное планирование, предусматривающее формирование комплекса согласованных показателей, характеризующих состояние и цели социально-экономического развития и обеспечения национальной безопасности, а также проведение балансовых расчетов и разработка на их основе мер для достижения поставленных целей и их ресурсной обеспеченности» – такое определение ИП дано в Указе Президента РФ «Об утверждении основ государственной политики в сфере стратегического планирования в Российской Федерации» от 8 ноября 2021 г. N 633 (ст. 29, п. б).

В рамках формирования современного научного подхода к индикативному планированию авторы считают важным акцентировать внимание на том, что индикативное планирование является «процессной» функцией системы стратегического планирования [2].

Именно процесс научно обоснованного индикативного планирования позволяет перейти от статичной разработки документов к «процессному» (функциональному) подходу в реализации положений закона, обеспечивая эффективность функционирования системы стратегического планирования путем эффективного решения следующих задач:

- анализа прослеживаемости¹, согласованности целей и задач;

¹ Под прослеживаемостью будем понимать последовательное установление связей между объектами.

- обеспечения согласованности показателей (индикаторов) с целями и задачами;
- обеспечения достижения целевых значений индикаторов комплексом мероприятий (государственных программ, национальных проектов, других инструментов), а мероприятий – ресурсами (кадровыми, финансовыми и др.);
- определения пороговых (критических) значений индикаторов;
- оценки рисков пересечения критических значений индикаторов.

Такой функциональный («процессный») подход позволит реализовать на практике не только принципы измеримости целей и соответствия показателей целям, определенные 172-ФЗ, но также внедрить в систему стратегического планирования программно-целевой принцип, принципы ресурсной обеспеченности, сбалансированности системы стратегического планирования, способствующие лучшей реализации планов.

Конечно, следствием такого подхода являются иные функциональные требования к инструментам индикативного планирования. Они прежде всего должны соответствовать функциональным задачам стратегического планирования, а не быть статичными инструментами.

В перспективе инструменты индикативного планирования должны способствовать реализации следующих функций стратегического управления: прогнозирование, целеполагание, организация, координация, мотивация, мониторинг, контроль.

Однако большинство законодательных изменений касались исключительно документов стратегического планирования [3], а эксперты отмечают, что практика реализации 172-ФЗ демонстрирует системный кризис подходов к стратегическому планированию, а разработка «документов ради документов» не способствует развитию и повышению доверия к институту стратегического планирования в стране в целом.

В частности, одной из причин этого кризиса эксперты считают недостаточность методической и методологической основы стратегического планирования, а также нехватку научного инструментария для реализации принципов стратегического планирования [4].

Очевидно, что стратегическое планирование для такой структуры, как Россия, представляет собой более чем сложный механизм,

имеющий много составляющих: от правовых норм, организационных структур, ресурсного обеспечения до методов, технологий и моделей.

Несмотря на то, что индикативное планирование – важнейшая составляющая этого механизма, и в отечественной, и в мировой практике большинство теоретических и методических положений индикативного планирования остаются недостаточно разработанными. В связи с этим особое значение приобретает проблема формирования отечественной научной модели индикативного планирования, ее методологического, методического и информационного обеспечения [5].

Особую актуальность приобретает формирование эффективно функционирующей системы инструментов индикативного планирования в связи с возникшей необходимостью концентрации усилий государства на ключевых направлениях развития страны в условиях ресурсных ограничений.

Для реализации на практике жизненно необходимо от этапа разработки документов перейти к применению принципов стратегического планирования. Сделать это можно путем разработки и внедрения методик и алгоритмов, расчетных моделей стратегического планирования, подходов по созданию инструментария функционирования как системы стратегического планирования [6]. При этом необходимо согласовать между собой три направления деятельности: «подготовка документов – реализация принципов – стратегическое управление»².

Исходя из «процессного» подхода, **методы** индикативного планирования включают в себя:

- сценарный прогноз долгосрочных и краткосрочных тенденций;
- сбалансированное целеполагание;
- расчет сбалансированных пропорций объемных и стоимостных показателей;
- оптимальный выбор в принятии решений.

² Заседание Совета Безопасности 27 сентября 2021 года «О мерах по совершенствованию системы стратегического планирования в Российской Федерации». <http://www.kremlin.ru/events/president/news/66777>. Дата обращения 10.12.2024.

Исходя из указанных выше составляющих, **задачами** индикативного планирования являются:

- определение показателей результативности и эффективности реализации стратегических целей;
- разработка и внедрение методик оценки результативности и эффективности принимаемых мер;
- формирование механизма систематизации реализации положений документов стратегического планирования;
- балансировка планируемых действий, требующих значительных организационных и ресурсных затрат;
- обеспечение согласованности принимаемых в процессе государственного стратегического управления решений с ресурсными и бюджетными ограничениями.

Настоящая монография прежде всего посвящена первым двум задачам развития инструментов.

Книга охватывает **методы**, применяемые в индикативном планировании: системный анализ, управление в организационных системах, математическое моделирование, имитационное и сценарное моделирование, обработка информации и статистика.

Таким образом, **актуальность** задач, рассматриваемых в данной монографии состоит в решении существующей проблемы систематизации инструментов индикативного планирования, предложении нового современного инструментария, соответствующего требованиям сегодняшнего дня. В монографии подробно описаны инструменты индикативного планирования, позволяющие в комплексе реализовать задачи планирования показателей развития РФ.

Коллективная монография базируется на работах сотрудников Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (ИПУ РАН), основная тематика исследований которого связана с теорией систем и общей теорией управления.

Авторы видели своей **целью** систематизацию и разработку комплекса моделей индикативного планирования для возможного последующего применения в создании «процессных» платформ для всех этапов стратегического планирования, а также стремились создать аналог конструктора – «таблицы Менделеева» – для инструментов индикативного планирования и раскрыть некоторые его элементы.

Основное содержание монографии составляют результаты применения накопленного авторами теоретического и практического

опыта модельно-ориентированного проектирования крупномасштабных информационно-управляющих технологий к разработке отечественной системы индикативного планирования.

Глава 1 посвящена методике индикативного планирования в целом. Описаны принципы индикативного планирования и рассмотрена их связь с принципами стратегического управления. Рассмотрен комплекс моделей, которые применяются для индикативного планирования, произведена их систематизация как по использованию на различных этапах стратегического планирования, так и по функциональным особенностям.

Приведены примеры «сквозных» технологий и расчетов для некоторых отраслей. Глава 1 написана д.т.н. О.И. Дранко, д.э.н. О.О. Смирновой, д.т.н. Ф.Ф. Пашенко, д.т.н. А.А. Захаровой, к.т.н. З.К. Авдеевой, С.В. Ковригой, д.т.н. А.С. Богомоловым.

В **главе 2** рассмотрены базовые модели индикативного планирования. Эти модели являются достаточно универсальными и могут применяться для решения широкого круга задач. Приведены примеры их использования.

Раздел 2.1 написан к.т.н. З.К. Авдеевой, С.В. Ковригой при поддержке д.т.н. О.И. Дранко.

Раздел 2.2 написан к.т.н. З.К. Авдеевой, С.В. Ковригой.

Раздел 2.3 написан д.т.н. О.И. Дранко.

Раздел 2.4 написан д.т.н. В.Н. Бурковым и д.т.н. И.В. Бурковой.

Раздел 2.5 написан к.т.н. А.К. Еналеевым и д.т.н. В.Н. Бурковым.

Раздел 2.6 написан д.т.н. В.В. Цыгановым.

В **главе 3** рассмотрены специализированные модели индикативного планирования. Эти модели не являются универсальными, так как характеризуются введением специализированных функциональных связей и поэтому могут применяться для решения задач анализа стратегий развития отраслей, регионов, крупных организаций.

Раздел 3.1 написан д.т.н. О.И. Дранко.

Раздел 3.2 написан д.т.н. А.С. Богомоловым, д.т.н., чл.-корр. РАН А.Ф. Резчиковым, д.т.н. В.А. Кушниковым, к.т.н. И.А. Степановской, д.т.н. О.И. Дранко.

Раздел 3.3 написан д.т.н. В.К. Акинфиевым и д.т.н. А.Д. Цвиркуном, к.т.н. З.К. Авдеевой, С.В. Ковригой.

Раздел 3.4 написан к.э.н. И.В. Селезневой и д.э.н. В.В. Клочковым.

При описании моделей ИП авторы старались придерживаться следующей единой структуры:

- наименование модели;
- функция (функциональное назначение);
- на каких этапах ИП применяется;
- область применения в системе ИП и (или) сценарного прогнозирования;
- уровень описываемого объекта;
- содержательное описание модели;
- математическое описание модели;
- условия применимости;
- основные результаты и их содержательная интерпретация;
- преимущества;
- иллюстрирующий пример.

Поскольку часть рисунков и таблиц представлены в цветном исполнении и теряют свою информативность в черно-белом варианте, было принято решение дополнить их QR-кодами ссылок на электронные цветные копии соответствующих объектов, размещенные в Интернете.

Авторы глубоко признательны Н.Е. Максимовой и К.И. Шувалову за неоценимую помощь в работе над рукописью.

Глава 1

Общие принципы индикативного планирования

В этой главе рассмотрим индикативное планирование как одну из важнейших функций стратегического планирования с учетом «процессного» подхода. Особенностью предлагаемой методики ИП является ориентация на результат, связь с программно-целевым управлением и стратегическим планированием. Приведены примеры сквозных технологий и примеры расчетов для некоторых отраслей.

1.1. Определения

Индикативное планирование рассматривается как часть «стратегического планирования – процесса определения целей и значений экономических показателей по основным, наиболее важным направлениям социально-экономического развития страны (отрасли, объединения, предприятия и др.), как правило, на средний срок и длительную перспективу и формирование механизма по их реализации.» [7]

Для корректности картины важно понимать, что экономическая наука не дает однозначного определения индикативного планирования, хотя существующие определения весьма близки по своему смыслу. Приведем некоторые формулировки, которые используются в ряде ведущих научных работ в этой области.

«Индикативное планирование (от лат. indicator – указатель) – недирективное (советующее, ориентирующее) планирование на государственном уровне. Это способ регулирования экономических процессов с помощью определения рекомендуемых целей развития производства и создания государством финансовых и других стимулов для тех коммерческих фирм, которые соглашаются действовать в соответствии с государственными рекомендациями.

Индикативный план включает формулировки среднесрочных целей развития экономики, прогнозные показатели и тенденции, концептуальные алгоритмы преобразования структурных пропорций. Ключевые разделы плана касаются экономического роста, инвестиций, финансовых потоков, сбалансированности экономики, инфляции и конкуренции. В большинстве случаев стратегические задачи

выражаются в конкретных (количественно определенных) плановых заданиях, но последние носят второстепенный характер.

Основное содержание плана составляет определение роли государства, в том числе:

а) определение основных задач государства в области экономики на плановый период;

б) детализация этих задач применительно к инвестированию и перераспределению государственных доходов с указанием источников финансирования капиталовложений и соответствующих государственных мероприятий (предоставление бюджетных субвенций, госкредитование, льготное финансирование и т. д.)» [8].

«Индикативное планирование – это деятельность государственных органов по составлению экономических планов, информирующих всех заинтересованных хозяйствующих субъектов о долгосрочных целях государственной социально-экономической политики, о возможных траекториях экономической динамики, и совокупность мер по их достижению. Являясь методом государственного регулирования и давая частному сектору экономики возможность более адекватного видения будущего, индикативное планирование играет важную роль для предпринимателей, корпораций, фирм, предприятий в качестве плана-прогноза, позволяющего лучше ориентироваться в долгосрочной экономической конъюнктуре при разработке собственных планов на среднесрочную и долгосрочную перспективу. Индикативные планы оперируют показателями-индикаторами, относящимися в основном к макроэкономическому уровню, которые устанавливаются в виде коридоров с нижним и верхним значением. Индикативный план отражает формирование макроэкономических, межотраслевых и межрегиональных пропорций, а его возможности регулировать развитие связаны прежде всего с параметрами, охватывающими стратегические секторы экономики.» [9].

«Наиболее востребованным инструментом в системе стратегического планирования сегодня может стать индикативное планирование, которое предлагается рассматривать как комплекс мер, направленных на согласование документов стратегического планирования разного уровня путем согласования индикаторов в документах, формирование системы целевых индикаторов и комплекса мероприятий по достижению стратегических целей.

Одновременно стратегическое индикативное планирование может выполнять «процессные» функции в системе стратегического

управления, объединяя такие функции стратегического управления как прогнозирование, целеполагание, организация, координация, мотивация, мониторинг и контроль.

Использование инструментов индикативного планирования и балансовых расчетов должно обеспечить соответствие приоритетов развития и обеспечения национальной безопасности и ресурсов для их достижения, позволит дополнить «планирование результатов» «планированием ресурсов».

От корректности организации индикативного планирования во многом зависит эффективность функционирования системы стратегического планирования» [10].

«Индикативное государственное планирование представляется как процесс формирования системы индикаторов (показателей) и разработка на их основе экономических мер государственного воздействия на экономические процессы для достижения установленных показателей» [11, 12].

«Индикативное планирование можно определить, как комплекс мер и механизмов координации интересов и деятельности государственных и негосударственных субъектов управления экономикой. Оно сочетает госрегулирование с рыночным и нерыночным ее саморегулированием и основано на разработке системы показателей (индикаторов) социально-экономического развития» [13].

Нормативно-правовая база

Применяя индикативное планирование, особенно на уровне страны, региона или отрасли, необходимо учитывать законодательные основы и опираться в создании методик и разработок на требования законов и подзаконных актов, отраслевых стратегий.

Если обратиться к определению ИП с точки зрения закона, то в Указе № 633 сформулированы цели, задачи и основные направления государственной политики в сфере стратегического планирования, на которые следует опираться при создании методологии. Приведем здесь только те, что имеют отношение к индикативному планированию.

«**Цели:** ...в) формирование эффективной системы стратегического планирования на основе принципов стратегического планирования;

Задачи: ...д) обеспечение обязательной и своевременной корректировки документов стратегического планирования, в том числе в связи с выявлением новых внутренних и внешних угроз;

Направления: а) обеспечение непрерывности цикла разработки, реализации и корректировки документов стратегического планирования; ... в) формирование архитектуры документов стратегического планирования (иерархическая система последовательно связанных документов стратегического планирования, обеспечивающая преемственность целей, сбалансированная по задачам и их ресурсному обеспечению)».

Кроме того, в Указе № 633 указано, какие задачи в рамках обеспечения согласованности и сбалансированности документов необходимо реализовать. Приведем все те, которые относятся к ИП.

«28. Обеспечение согласованности и сбалансированности документов стратегического планирования по приоритетам, целям, задачам, показателям (количественным и (или) качественным характеристикам целей и (или) задач социально-экономического развития и обеспечения национальной безопасности, применяемым для мониторинга, контроля и индикативного планирования в сфере стратегического планирования), финансовым и иным ресурсам осуществляется за счет взаимоувязки целей и задач, предусмотренных в документах стратегического планирования, их показателей и ресурсного обеспечения.

29. Основными инструментами системы стратегического планирования являются индикативное планирование, предусматривающее формирование комплекса согласованных показателей, характеризующих состояние и цели социально-экономического развития и обеспечения национальной безопасности, а также проведение балансовых расчетов и разработка на их основе мер для достижения поставленных целей и их ресурсной обеспеченности.

Необходимо обеспечить научно-методологическое обеспечение стратегического планирования:

...г) развитие методологии индикативного планирования, мониторинга реализации документов стратегического планирования;

д) разработка методик и алгоритмов, обеспечивающих синхронизацию процессов стратегического планирования, структурирование информации, непротиворечивость целей, задач и мероприятий, предусмотренных документами стратегического планирования, сроков их реализации, показателей и объемов необходимых ресурсов;

е) формирование методик проведения балансовых расчетов и расчетов ресурсного обеспечения, необходимых для разработки и реализации документов стратегического планирования;

ж) формирование методического обоснования приоритетности реализации документов и мероприятий стратегического планирования;

з) развитие методов и средств прогнозирования и выявления рисков и угроз недостижения целей, предусмотренных документами стратегического планирования;

и) методическое обеспечение формирования и функционирования единого цифрового информационного пространства в интересах стратегического управления в Российской Федерации».

Одно из самых кратких и сущностных определений ИП дано в Федеральной целевой программе «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009–2018 гг.» [14], где сформулировано требование внедрения «принципов индикативного бюджетного планирования, ориентированного на результат» [15].

Таким образом, резюмируя, можно сказать, что формулировки и определения, встречающиеся в научных трудах и определения схожи в главном, отличаясь лишь в степени детализации требований к индикативному планированию, но в целом важно отметить, что современным научным и законодательным подходом является функциональное индикативное планирование, на основании которого можно будет создать единое цифровое информационное пространство.

Рассмотрев все определения, в рамках данной работы как наиболее подходящее для целей данной монографии принимаем следующее определение:

«ИНДИКАТИВНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ – ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ИНДИКАТОРОВ (ПОКАЗАТЕЛЕЙ) И РАЗРАБОТКА НА ИХ ОСНОВЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ МЕР ГОСУДАРСТВЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ УСТАНОВЛЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ЭТИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ» [16, 17].

1.2. Обобщение мирового опыта индикативного планирования

Анализ мирового опыта индикативного планирования в экономиках разных типов позволяет сделать вывод о том, что существует

ряд общих свойств и принципов, правильное применение которых приводило к положительным результатам.

«Прежде всего, это обоснованное определение приоритетов регионального развития, обеспечивающих достижение поставленных целей. Во-вторых – построение организационного механизма достижения поставленных целей, который бы обеспечивал эффективную реализацию программы. И, в-третьих, установление отношений сотрудничества между центральными и региональными властями по реализации согласованных мероприятий» [18].

Отметим, что государственные органы США, Канады и стран Западной Европы впервые начали оказывать целенаправленную помощь отдельным регионам в период кризиса 1930-х гг. В 1950-60-е гг. региональная политика в области планирования развития во всех развитых капиталистических странах получила законодательное оформление. В конце 1970-х гг. в Западной Европе в связи с созданием Европейского сообщества начал формироваться наднациональный уровень региональной политики.

Другой пример – Япония, в которой развитие регионального планирования прошло четыре стадии, начиная с 1960-х гг. В настоящее время его уровень очень высок: на уровне центральных органов государственной власти принимаются планы комплексного развития территории страны, которые охватывают все десять экономических районов Японии. Региональные разделы есть во всех общенациональных экономических планах. Наиболее отдаленным и менее развитым префектурам уделяется особое внимание. Для этих префектур соответствующие Агентства (центры) по развитию составляют планы всестороннего инновационного развития. Эти планы включают в себя цели, задачи, способы их реализации, плановые экономические показатели, источники финансирования развития префектур в целом и конкретных мероприятий отдельных отраслей хозяйства.

Представители частного сектора, принимая во внимание эти планы, формируют свою политику. Все 47 префектур и муниципальные образования страны сами составляют и реализуют свои планы развития соответствующих территориальных образований. Основными инструментами региональной политики Японии являются: субсидии центрального правительства местным властям; налоговые

льготы и права ускоренной амортизации предприятиям, инвестирующим в экономику выделенных районов; займы государственных финансовых учреждений [19].

В частности, из анализа мирового опыта регионального развития экспертами было выделено шесть основных инструментов реализации региональной политики:

1. Административно-управленческие.
2. Средства сдерживания размещения новых предприятий в перенаселенных районах.
3. Пространственное распределение экономической деятельности государства.
4. Финансовое стимулирование копаний.
5. Создание физических инфраструктур.
6. «Мягкие» меры стимулирования развития (создание благоприятной бизнес-среды, технополисов, поддержка информационных сетей, консалтинговой деятельности, образования, научных исследований и технических разработок) [20].

При существенном сходстве важно отметить и различия в подходах к функциям индикативного планирования в разных странах:

- индикативное планирование – это ориентирование частных предприятий на выполнение задач, формулируемых государством (Япония);

- индикативное планирование – это механизм координации действий и интересов государства и других субъектов экономики (Франция);

- индикативное планирование – основа планирования развития крупных экономических районов (США);

- индикативное планирование – это макропланирование при самостоятельности предприятий (Китай);

- индикативный план содержит обязательные задания для государства и госсектора (Россия).

Таким образом, можно обобщить, что включает в себя термин «индикативное планирование» в мировом опыте:

- рамочное планирование как планирование институционально-правовых условий рыночного хозяйства без намерения осознанно влиять на показатели его деятельности;

- рамочное планирование как планирование институционально-правовых условий рыночного хозяйства с учетом воздействия на количественные параметры;

- рамочное планирование с помощью государственных финансов;
- рамочное планирование как организованная государством система частно-государственных соглашений;
- рамочное планирование органами централизованного управления, регулирующими рынок (централизованно-административная экономика с государственным регулированием рынка).

Анализируя **методы** применения индикативного планирования в развитых странах, можно выделить следующие направления:

- обоснованное определение приоритетов развития страны и регионов, обеспечивающих достижение поставленных целей;
- построение организационного механизма достижения поставленных целей, который бы обеспечивал эффективную реализацию государственных программ;
- выравнивание экономического уровня регионов;
- установление отношений сотрудничества между центральными и региональными властями по реализации согласованных мероприятий [²¹].

Таким образом, можно заключить, что в мировом опыте сбалансированная система индикаторов является одним из наиболее важных элементов индикативного планирования, поскольку на нее возложены задачи мониторинга, оценки достижения целей, прогнозирования, планирования потребностей и ресурсов и контроля реализации.

1.3. Уровни планирования и управления

Исходя из аксиомы, что индикативное планирование является неотъемлемым этапом стратегического управления на всех уровнях, изучим, какие индикаторы могут быть использованы на каждом уровне планирования (рис. 1.3.1).

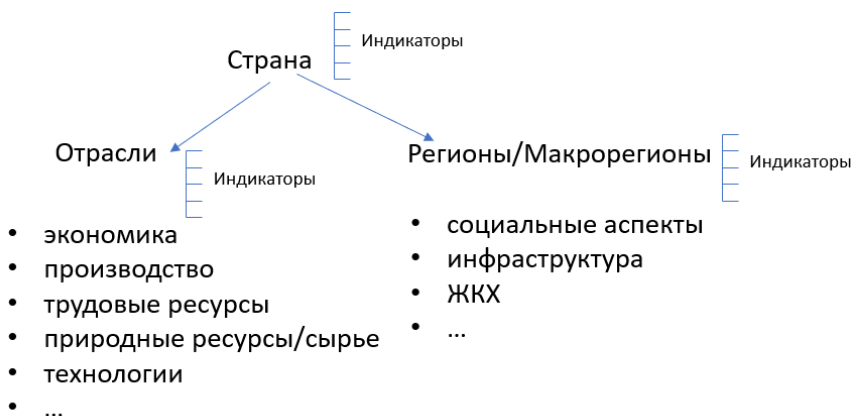


Рис. 1.3.1. Уровни планирования

При обеспечении процесса стратегического планирования и управления в документах формулируется ряд идентификаторов: цели, задачи, индикаторы, мероприятия и ресурсы.

Для отдельной цели такую последовательность можно представить в виде последующей цепочки, представленной на рис. 1.3.2 [22, 23].

- «Цель» декомпозируется на «Задачи».
- К «Задачам» привязаны «Индикаторы», значения которых позволяют отслеживать выполнение задач в целевом, прогнозном, плановом и фактическом вариантах.
- Для достижения целевого значения «Индикаторов» формируется программа «Мероприятий».
- При выделении достаточного количества «Ресурсов» программа мероприятий становится выполнимой.

Дополнительно можно сформулировать исследовательские (модельные) задачи о декомпозиции целей на подзадачи, полноте и достаточности описания индикаторами результатов задач, достаточности потенциала мероприятий для достижения целей, оптимальности (рациональности, эффективности) распределения ресурсов в комплексной программе мероприятий для достижения целевых значений при минимальных (рациональных) ресурсах.

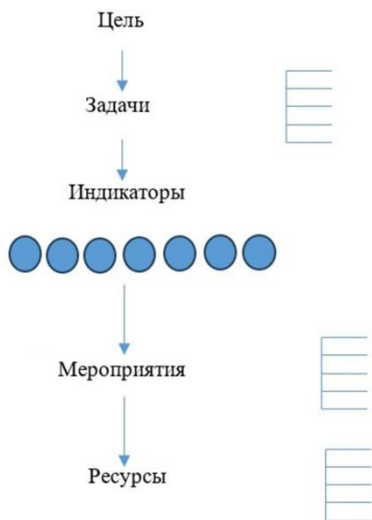


Рис. 1.3.2. Последовательность формирования элементов системы СП

В рамках индикативного планирования решаются задачи, связанные с обработкой данных «верхнего яруса» (рис. 1.3.3).

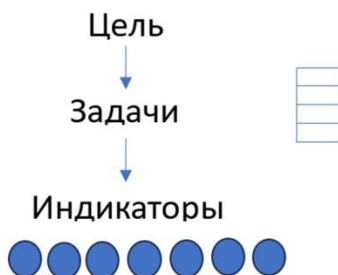


Рис. 1.3.3. «Верхний ярус» структуры формирования элементов системы СП в процессе индикативного планирования

Для наиболее точного определения применяемых инструментов (математических моделей, алгоритмов и программных средств) важно учитывать стадии управления, к которым относятся:

- целеполагание,
- планирование,
- анализ,

- прогноз,
- принятие решений,
- мониторинг.

Схему индикативного планирования по стадиям управления можно представить в виде блоков «прямого планирования», в рамках которых выполняются задачи планирования и анализа по цепочкам «цели – задачи – индикаторы» и «документы СП – индикаторы» (рис. 1.3.4).

На этой стадии ИП осуществляется анализ полноты, непротиворечивости данных, связь элементов схем, измеримость достижения целей (количество, полнота описания индикаторами всех целей, задач и их фиксация в документах СП).

Блок обратного хода подразумевает аналогично планированию анализ цепочки «мероприятия – ресурсы – индикаторы», здесь также на основе фактических данных осуществляется мониторинг состояния индикаторов, прогноз их динамики, что позволяет принимать решения.

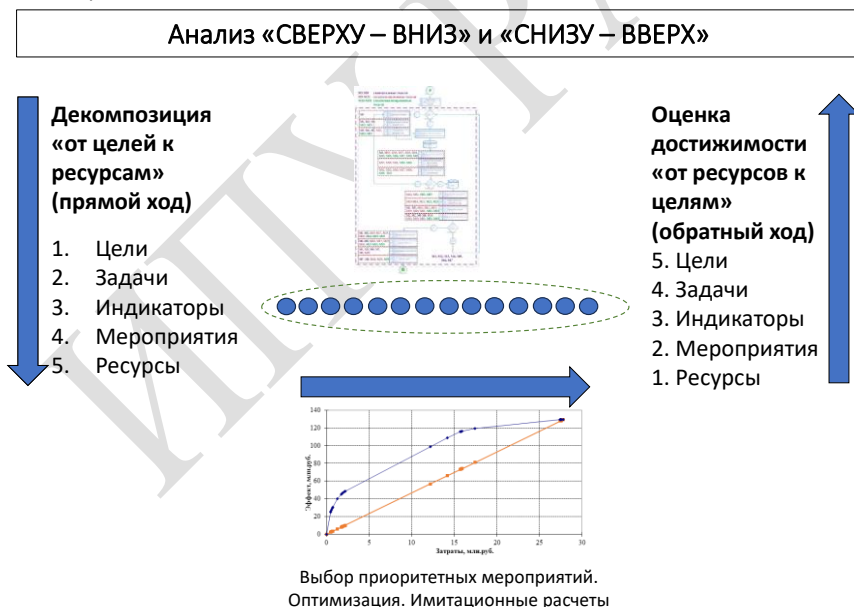


Рис. 1.3.4. Схема индикативного планирования по стадиям управления

В зависимости от уровня и стадии индикативного планирования можно выделить три контура планирования и управления процессом индикативного планирования (рис.1.3.5).

ИНТУРАН

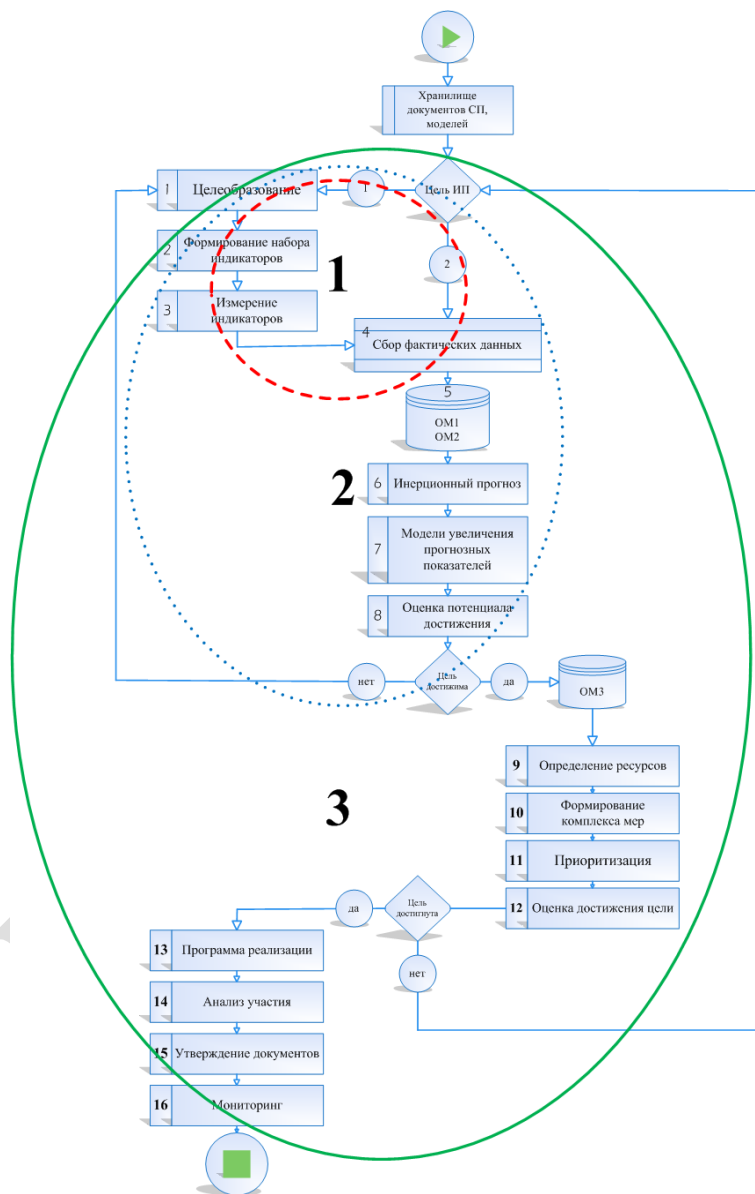


Рис. 1.3.5. Контуры планирования управления ИП



На схеме процедуры индикативного планирования (рис.1.3.5) отмечены контуры планирования цифрами и цветом:

1 – пунктирная линия, красный цвет (при загрузке рисунка по QR-коду): ИП осуществляется впервые или в условиях формирования новых планов;

2 – точечная линия, синий: структурно-целевой анализ ИП, когда осуществляется мониторинг и анализ на уровне целей, задач и оценка потенциала их достижения;

3 – сплошная линия, зеленый цвет: полный цикл ИП, когда решается весь спектр задач ИП, включая мониторинг и принятие решений.

При этом ОМ1, ОМ2, ОМ3 – описательные модели (ОМ) документов стратегического планирования, в этой монографии они только упомянуты, но не описаны.

1.4. Модели индикативного планирования

Когда коллектив авторов взялся за задачу систематического описания инструментов индикативного планирования, которые можно применить в системе стратегического планирования, возник вопрос о перечне моделей и полноте этого перечня. В результате работы было сформировано множество моделей, которые уже применяются или могут быть эффективно применены для индикативного планирования в российской практике.

Но при этом понятно, что скорее были сформированы классы моделей. В рамках этих классов возможны (и реализуются) различные модификации моделей и их сочетания.

В этой монографии авторы приступили к решению задачи по созданию первоначального «каркаса» такой системы, подобно системе химических элементов, к частичному заполнению «ячеек» этой системы, формированию связей между ними и «мягкой» привязке моделей к этапам стратегического планирования.

В последующих разделах модели будут рассмотрены с точки зрения соответствия принципам индикативного планирования (см. раздел 1.5), а также предложена система соотнесения моделей с этапами СП (см. раздел 1.8).

В ходе систематизации моделей индикативного планирования коллектив авторов монографии развил предыдущие наработки ряда

исследователей в данной области [24, 25, 26, 27]. Отметим, что нумерация моделей в данной работе носит не содержательный, а исторический характер.

Также в ходе систематизации на основании экспертных оценок авторами монографии были выделены подмножества моделей по их функциональному назначению.

Основываясь на практическом опыте, можно выделить следующие классы моделей ИП как наиболее часто востребованные и используемые в практике:

- базовые модели,
- специализированные модели,
- узкоспециализированные модели,
- модели для анализа достижения целей,
- прогнозные модели.

Базовые модели ИП

- M1 Модели агрегирования индикаторов
- M2 Модели декомпозиции индикаторов
- M3 Эконометрические модели
- M4 Модели идентификации параметров индикаторов
- M5 Модели определения аналитических признаков индикаторов
- M6 Модели взвешенного оценивания значений набора индикаторов
- M7 Модели комплексного оценивания значений набора индикаторов
- M8 Модели классификации отклонений фактических и плановых значений скалярного индикатора

Специализированные модели ИП

- M9 Модели «цели – задачи – индикаторы»
- M10 Модели оценки достижения целевых показателей [28]
- M11 Модели выбора приоритетных проектов
- M12 Модели оценки потенциала развития
- M13 Модели проекта (мероприятия, программы), вклада в целевые показатели и потребности в ресурсах
- M14 Модели ресурсной обеспеченности
- M15 Модели анализа и выбора альтернатив

- M16 Модели оптимального выбора
- M17 Модели системной динамики
- M18 Модели анализа и управления рисками
- M19 Модели оценки достижения целей в двухуровневой системе
- M20 Модели векторной стратификации многопараметрических объектов
- M21 Гибридные модели

Узкоспециализированные модели ИП

- M22 Модели регионального развития [²⁹]
- M23 Модели отраслевого развития
- M24 Модели развития госкорпорации [³⁰]
- M25 Модели оценки финансовой устойчивости госкорпорации [³¹]
- M26 Однопродуктовые модели роста ВВП
- M27 Многопродуктовые модели роста ВВП
- M28 Модели балансировки многоотраслевой экономики
- M29 Модели механизмов влияния технологического развития на социально-экономическое развитие
- M30 Модели с использованием искусственного интеллекта [³²]
- M31 Модели на основе когнитивных карт.

Выделим модели (указанные выше), которые могут применяться для анализа достижения целей социально-экономического развития Российской Федерации.

Модели ИП для анализа достижения целей

- M5 Модели определения аналитических признаков индикаторов
- M8 Модели классификации отклонений фактических и плановых значений скалярного индикатора
- M10 Модели оценки достижения целевых показателей
- M11 Модели выбора приоритетных проектов
- M12 Модели оценки потенциала развития
- M13 Модели проекта (мероприятия, программы), вклада в целевые показатели и потребности в ресурсах
- M15 Модели анализа и выбора альтернатив
- M16 Модели оптимального выбора

- M17 Модели системной динамики
- M19 Модели оценки достижения целей в двухуровневой системе
- M24 Модели развития отрасли (госкорпорации)
- M25 Модели оценки финансовой устойчивости отрасли (госкорпорации)
- M26 Однопродуктовые модели роста ВВП
- M27 Многопродуктовые модели роста ВВП
- M28 Модели балансировки многоотраслевой экономики
- M29 Модели механизмов влияния технологического развития на социально-экономическое развитие
- M31 Модели на основе когнитивных карт

Выделим модели (указанные выше), которые могут применяться для прогнозирования (являются прогнозными).

Прогнозные модели ИП

- M3 Эконометрические модели
- M13 Модели проекта (мероприятия, программы), вклада в целевые показатели и потребности в ресурсах
- M14 Модели ресурсной обеспеченности
- M15 Модели анализа и выбора альтернатив
- M16 Модели оптимального выбора
- M17 Модели системной динамики
- M19 Модели оценки достижения целей в двухуровневой системе
- M26 Однопродуктовые модели роста ВВП
- M24 Модели развития отрасли (госкорпорации)
- M25 Модели оценки финансовой устойчивости отрасли (госкорпорации)
- M27 Многопродуктовые модели роста ВВП
- M28 Модели балансировки многоотраслевой экономики
- M29 Модели механизмов влияния технологического развития на социально-экономическое развитие
- M31 Модели на основе когнитивных карт

Заметим, поскольку прогнозирование как часть планирования является одним из компонентов цикла управления, то прогнозные модели могут стать одним из часто используемых инструментов специалиста по планированию.

Долго- и среднесрочное прогнозирование позволяет:

- сформировать прогноз степени достижения / недостижения целевых индикаторов;
- выделить основные влияющие факторы;
- проработать систему мер опережающего управления системой социально-экономического развития.

Кратко опишем прогнозные свойства некоторых моделей.

Регрессионный анализ фактических данных временных рядов (М3) позволяет провести идентификацию параметров и построить прогноз выбранного функционального приближения (тренда).

Модель проекта (мероприятия, программы) (М13) предполагает описание динамики проекта на прогнозный период с выделением вклада в целевые показатели и потребности в ресурсах (финансовых, трудовых, иных).

Динамические модели оптимального выбора (оптимизации) (М16) позволяют осуществить выбор оптимального решения на прогнозном периоде.

Построение моделей системной динамики (М17) базируется на основных целях, задачах и базовых индикаторах достижения целей социально-экономического развития РФ (см. Пример 1). Для определения того, достижимы ли индикаторы, используется информация о текущем и предыдущих состояниях достижения, а также о планируемой или возможной динамике состояния рассматриваемых внешних факторов на прогнозный период.

Системно-динамическое моделирование позволяет сделать количественный прогноз поведения целевых индикаторов в текущих условиях реализации стратегических планов. В результате применения системно-динамического подхода к определению достижимости целей может быть оценено количество необходимых ресурсов, что позволит более адекватно выбрать источники, способные дать такое их количество.

Модель развития отрасли (госкорпорации) (М24) позволяет провести анализ достижимости целевых индикаторов, формировать финансовую отчетность, характеризующую выполнение программы на прогнозный период в зависимости от различных целей и сценариев осуществления программы развития отрасли при различных сочетаниях (сценариях) неблагоприятных факторов (рисков и угроз).

Отметим, что модель оценки финансовой устойчивости отрасли (госкорпорации) (М25) использует прямые прогнозы денежных потоков компании по некоторым сценариям. Итоговые показатели отражаются в отчете о движении денежных средств, который является ключевым для анализа финансовой устойчивости.

Модель индикативного планирования для оценки достижения целей в двухуровневой системе (М22) может использоваться для прогнозирования и сценарного моделирования двухуровневой системы типа «ВВП – ВДС отрасли».

Модели стратегического анализа ситуаций социально-экономического развития с использованием когнитивных карт (М31) строятся на базе графа связей параметров стратегий развития и являются основой для анализа и мониторинга связей на графе с помощью структурно-целевого анализа, направленного на формирование сценариев качественных изменений ситуации, связанных с достижимостью целей и задач развития.

Таким образом, в этом разделе модели были систематизированы и разделены на функциональные подмножества с привязкой к этапам стратегического планирования.

Пример 1. Анализ роста ВВП РФ с помощью моделей М5 и М19

Применим модель определения аналитических признаков индикаторов (М5) для анализа роста ВВП России.

По этому показателю Указом № 474 установлена цель, а именно: «обеспечение темпа роста валового внутреннего продукта страны выше среднемирового при сохранении макроэкономической стабильности».

Согласно статистике Всемирного банка, рост мировой экономики составил в среднем 2,76 % в 2011–2022 гг. [33].

Среднегодовой темп роста ВВП РФ в постоянных ценах в 2011–2023 гг. составил 1,41 %.

На рис. 1.4.1 представлены графики динамики ВВП для РФ и мировой экономики. Наглядно видно, что есть разрыв между поставленными целями и их фактическим достижением.



Рис. 1.4.1. Динамика фактического значения индикатора «Валовой внутренний продукт РФ в ценах 2021 г.»



С помощью модели оценки достижения целей в двухуровневой системе (М19) определим, при каких темпах роста может быть достигнута заданная цель:

- в инерционном варианте развития отраслей на период 2023–2040 гг. достигается показатель роста ВВП РФ 2,2 %;
- в инерционном варианте развития отраслей российской экономики недостижим целевой показатель роста ВВП РФ, определяемый как среднемировой темп роста;
- в сценарии прироста отраслей российской экономики на одинаковую величину необходим дополнительный прирост темпов прироста ВДС отраслей как минимум на 0,74 % в год.

1.5. Общие принципы организации системы индикативного планирования

В этом разделе будут изучены общие принципы организации систем индикативного планирования. Далее в разделе 1.6 будет рассмотрена связь систематизированных выше моделей ИП с этими принципами, что может оказаться потенциально полезным для выбора той или иной модели в практических целях.

Важно отметить, что предложенные принципы индикативного планирования основаны на принципах стратегического планирования, определенных в ст. 7 172-ФЗ.

Принципы индикативного планирования

- П1. Принцип предназначенности.
- П2. Принцип единства и целостности.
- П3. Принцип преемственности и непрерывности.
- П4. Принцип прозрачности (открытости).
- П5. Принцип измеримости целей.
- П6. Принцип агрегирования и декомпозиции.
- П7. Программно-целевой принцип.
- П8. Принцип соответствия показателей целям.
- П9. Принцип результативности и эффективности.
- П10. Принцип реалистичности.
- П11. Принцип сбалансированности.
- П12. Принцип ресурсной обеспеченности.
- П13. Принцип существенности.

1. Принцип предназначенности означает, что система индикативного планирования ориентирована на информационную поддержку процессов и документов стратегического планирования.

2. Принцип единства и целостности означает единство принципов и методологии организации и функционирования системы индикативного планирования, единство порядка осуществления индикативного планирования и формирования отчетности о реализации документов стратегического планирования.

3. Принцип преемственности и непрерывности означает, что разработка и мониторинг показателей индикативного планирования осуществляется последовательно с учетом информации об этих показателях в предыдущих периодах.

4. Принцип прозрачности (открытости) означает, что показатели индикативного планирования, за исключением документов или их отдельных положений, в которых содержится информация, относящаяся к государственной, коммерческой, служебной и иной охраняемой законом тайне, подлежат официальному опубликованию.

5. Принцип измеряемости целей означает, что должна быть обеспечена возможность количественной и/или качественной оценки показателей индикативного планирования.

6. Принцип агрегирования и декомпозиции означает возможность суммирования показателей индикативного планирования снизу вверх (агрегирование) и разложения на составные части сверху вниз (декомпозиция) по периодам, регионам, отраслям и т. п.

7. Программно-целевой принцип означает определение целей в соответствии с мероприятиями (программами) их достижения и выработку приоритетов достижения целей с учетом ресурсной обеспеченности.

8. Принцип соответствия показателей целям означает, что показатели индикативного планирования должны соответствовать целям и задачам социально-экономического развития и обеспечения национальной безопасности Российской Федерации.

9. Принцип результативности и эффективности означает, что выбор показателей индикативного планирования должен характеризовать достижение заданных результатов и показывать направления развития с наименьшими затратами ресурсов.

10. Принцип реалистичности означает, что при определении значений показателей индикативного планирования следует исходить из возможности достижения целей и решения задач в установленные сроки с учетом ресурсных ограничений и рисков.

11. Принцип сбалансированности означает сбалансированность показателей индикативного планирования по целям и задачам, а также по различным направлениям стратегического развития (стратегиям, мероприятиям, финансовым и иным ресурсам).

12. Принцип ресурсной обеспеченности означает, что при установлении целевых значений показателей индикативного планирования, разрабатываемых в рамках планирования и программирования, должны быть определены источники ресурсного (финансового, кадрового и иного) обеспечения мероприятий, направленных на достижение показателей индикативного планирования.

13. Принцип существенности означает выбор индикаторов со значительной (существенной) степенью отражения реальных процессов.

1.6. Связь принципов и моделей индикативного планирования

Для дальнейшего использования классификации моделей ИП проведем анализ того, какие принципы индикативного планирования используются в той или иной модели. Результат экспертного анализа, устанавливающего связь принципов и моделей индикативного планирования, показан в табл. 1.6.1.



Таблица 1.6.1

Связь моделей и принципов
индикативного планирования

№	Модели	Принцип ИП												
		П1. Предназначенности.	П2. Единства и целостности.	П3. Преемственности и непрерывности.	П4. Прозрачности (открытости).	П5. Измеримости целей.	П6. Агрегирования и декомпозиции.	П7. Программно-целевой.	П8. Соответствия показателей целям.	П9. Результативности и эффективности.	П10. Реалистичности.	П11. Сбалансированности.	П12. Ресурсной обеспеченности.	П13. Существенности
M1	Агрегирования индикатора													
M2	Декомпозиции индикатора													
M3	Эконометрические модели													
M4	Идентификации параметров													
M5	Определения аналитических признаков индикаторов													
M6	Взвешенного оценивания набора индикаторов													
M7	Комплексного оценивания набора индикаторов													
M8	Классификации отклонений скалярного индикатора													
M9	«цели – задачи – индикаторы»													

№	Модели	Принцип ИП												
		П1. Предназначенности.	П2. Единства и целостности.	П3. Преемственности и непрерывности.	П4. Прозрачности (открытости).	П5. Измеримости целей.	П6. Агрегирования и декомпозиции.	П7. Программно-целевой.	П8. Соответствия показателей целям.	П9. Результативности и эффективности.	П10. Реалистичности.	П11. Сбалансированности.	П12. Ресурсной обеспеченности.	П13. Существенности
M10	Оценки достижения целевых показателей													
M11	Выбора приоритетных проектов													
M12	Оценки потенциала развития													
M13	Вклада проекта в ЦП													
M14	Ресурсной обеспеченности													
M15	Анализа и выбора альтернатив													
M16	Оптимального выбора													
M17	Системной динамики													
M18	Анализа и управления рисками													
M19	Оценки достижения целей в двухуровневой системе													
M20	Векторной стратификации многопараметрических объектов													
M21	Гибридные модели													
M22	Регионального развития													
M23	Отраслевого развития													
M24	Развития отрасли													
M25	Оценки финансовой устойчивости отрасли													
M26	Однопродуктовые модели роста ВВП													
M27	Многопродуктовые модели роста ВВП													
M28	Балансировки многоотраслевой экономики													
M29	Механизмов влияния технологического развития													
M30	С использованием ИИ													
M31	На основе когнитивных карт													

В качестве вывода отметим, что в моделях М23 и М24 используются все принципы ИП. Кроме того, в зависимости от используемых принципов модель можно отнести или к базовым, или к специализированным. Табл. 1.6.1 является одним из существенных результатов научно-исследовательской работы, проделанной авторами монографии, поскольку позволяет осуществлять выбор модели во многих случаях, когда понятно, какой результат индикативного планирования (и стратегического в целом) должен быть получен.

1.7. Методика (этапы) индикативного планирования

В настоящем разделе представлена методика ИП, описывающая последовательность и все этапы для результативного планирования.

Разработанная методика включает в себя 16 этапов. Краткое описание методики было впервые представлено в работе [34]. Ниже представлено полное описание этапов реализации методики как в виде списка, так и в виде схемы (рис. 1.3.5).

В данном разделе будет проанализирован каждый этап ИП, даны экспертные оценки на основе практического опыта.

Этап 1. Целеполагание: формирование структуры целей и задач долгосрочного функционирования и развития государства.

Этап 2. Формирование набора индикаторов, конкретизирующих цели и задачи.

Этап 3. Измерение индикаторов: разработка системы измерителей (методик измерения отдельных индикаторов, системы сбора информации).

Этап 4. Сбор данных: оценка фактического состояния (фактических значений индикаторов).

Этап 5. Выбор модели (из множества моделей) для анализа и сценарного прогнозирования индикаторов.

Этап 6. Инерционный прогноз: прогнозная оценка в инерционном сценарии развития. Вывод о необходимости (целесообразности) дополнительных усилий.

Этап 7. Проработка модели и выявление факторов роста прогнозных показателей. Выявление основных факторов (факторов успеха) и показателей, изменения которых наиболее сильно влияют на конечный результат.

Этап 8. Оценка потенциала достижения целевых значений индикаторов.

Этап 9. Формирование комплекса мероприятий с выделением их вклада в достижение целевых значений индикаторов.

Этап 10. Оценка ресурсов, необходимых для реализации мероприятий. Выделение дефицитных ресурсов (узких мест). Оценка возможности выделения (использования) ресурсов, прежде всего дефицитных.

Этап 11. Приоритизация: выработка приоритетов реализации мероприятий.

Этап 12. Оценка достижения целевых показателей при реализации комплекса приоритетных мероприятий и выделении (использовании) ресурсов. При недостижении целевых значений индикаторов – повтор этапов, начиная с целеобразования.

Этап 13. Формирование программы реализации мероприятий, включающей комплекс приоритетных мероприятий.

Этап 14. Анализ результатов работы основных участников и их вклада в достижение целевых значений индикаторов.

Этап 15. Утверждение (принятие) документов, обеспечивающих согласованность целей, задач, индикаторов, мероприятий и ресурсов, с последующим информированием участников процесса.

Этап 16. Мониторинг показателей, мероприятий, ресурсов.

Чтобы раскрыть смысл каждого этапа, проанализируем, какой принцип ИП раскрывается на каждом этапе, какие цели и задачи решаются.

Важно помнить, что в целом задача стратегического планирования – создать комплекс взаимоувязанных мероприятий, которые должны быть проведены в определенный период времени и реализация которых обеспечивает достижение целей; результат СП – фактическое (достигнутое) состояние объекта СП, которое характеризуется количественными и/или качественными показателями.

Сначала рассмотрим формирование индикаторов и их значений (сверху вниз, прямой ход).

Этап 1. Целеполагание: формирование структуры целей и задач.

Этап раскрывает принцип «П8. Принцип соответствия показателей целям».

Любой документ стратегического планирования должен определять следующие параметры: цели, задачи и результаты.

Цель развития объекта СП – это его состояние, которое определяется участниками планирования в качестве ориентира деятельности и характеризуется количественными и (или) качественными показателями.

Этап 2. Формирование набора индикаторов, конкретизирующих цели и задачи.

Этап раскрывает принцип «П8. Принцип соответствия показателей целям».

Граф причинно-следственных влияний целей и задач наращивается группами индикаторов и формируется методикой прослеживания в документах упоминания целей одного документа в целях и задачах другого документа. В результате прослеживания формируется начальный комплекс целевых показателей (ЦП) и/или индикаторов документов СП, связанных с целями и задачами, как основа для решения задач индикативного планирования.

При этом в комплексе ЦП и индикаторов может обеспечиваться группировка по признаку соотнесения групп ЦП и индикаторов в результате прослеживания:

- к отдельной цели или задаче в графе причинно-следственных влияний;
- к группе целей и задач, образующих подграф связей между собой в общем графе.

На этом этапе может проводиться формирование предельных значений индикаторов, характеризующих диапазон «нормального» развития событий, «выходящего за норму», «критического». Также может проводиться формирование «важности» (относительного веса) показателя для системы комплексной оценки.

Этап 3. Измерение индикаторов: разработка системы измерителей.

Этап раскрывает принцип «П5. Принцип измеримости целей». Разработка системы измерителей включает:

- методики измерения отдельных индикаторов;
- систему сбора информации;
- модели агрегирования показателей верхнего уровня из показателей нижнего уровня;
- оценку сводного состояния с использованием моделей комплексирования (взвешенного, матричного или др.).

Этап 4. Сбор данных: оценка фактического состояния (фактических значений индикаторов).

Этап раскрывает принцип «П5. Принцип измеряемости целей».

Сбор данных предполагает подэтапы:

- верификацию данных: проверку данных различных типов по критериям поступления из доверенного источника, точность, согласованность и соответствие формату представления после выполнения операций миграции, трансформации и других операций с данными;
- занесение в базы данных: предполагает применение автоматизированных систем хранения и обработки данных;
- очистку данных: выявление неполных, недостоверных, неточных или несущественных данных, а затем замену, изменение или удаление «загрязненных» данных;
- обработку пропущенных значений.

Для дальнейшего использования на данном этапе весьма полезна информация, которую Росстат включил в официальную статистику раздела «Информация для анализа показателей состояния экономической безопасности Российской Федерации» [³⁵**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Этап 5. Выбор модели (из множества моделей) для анализа и сценарного прогнозирования индикаторов.

Этап раскрывает принцип «П10. Принцип реалистичности».

Для выбора модели из набора моделей по имеющимся данным, ожидаемым результатам, глубине и объему проработки анализа и сценарного прогнозирования может быть полезна табл. 1.6.1.

Важно отметить, что критическую часть анализа составляет то, каким образом осуществлен переход от предметной задачи к модели [³⁶].

При выборе модели целесообразно использовать принцип «бритвы Оккама» [37]: «сущности не следует умножать без необходимости», т. е. применять простые, но достаточные модели.

Этап 6. Инерционный прогноз: прогнозная оценка в инерционном сценарии развития. Вывод о необходимости (целесообразности) дополнительных усилий.

Этап раскрывает принцип «П10. Принцип реалистичности».

Результатом прогнозирования является прогноз (утверждение) о будущем с относительно высокой степенью достоверности [38].

Прогноз – предсказание, суждение о дальнейшем течении, развитии чего-либо (событий, явлений и т. д.) на основании имеющихся различных данных [39].

Ценность прогнозирования заключается в том, что прогнозы позволяют выделить существенные факторы и детально проанализировать их влияние на функционирование объекта исследования (системы в целом и ее отдельных частей) и соответственно определить возможные направления развития системы и (или) ее составных частей и результаты функционирования в заданные будущие периоды времени.

Базой для построения прогнозов является познание конкретных факторов, определяющих развитие исследуемых процессов, количественных зависимостей между факторами и показателями развития этих процессов [40].

При реализации инерционного сценария прогноз будет основываться на сохранении текущих значений показателей развития, существующих условий и особенностей системы управления. В рамках данного сценария дополнительный научно-технологический рывок и масштабное внедрение инновационных механизмов не предусмотрены.

Этап 7. Проработка модели и факторов роста прогнозных показателей.

Этап раскрывает принципы «П9. Принцип результативности и эффективности», «П7. Программно-целевой принцип».

Выявление основных факторов (факторов успеха) и показателей, изменения которых наиболее сильно влияют на конечный результат.

Факторы делят на управляемые и неуправляемые (мягкие и жесткие, которые изменить невозможно или это ресурсоемко). К мягким факторам, например, относят нормативную и законодательную базу, финансовое и налоговое стимулирование, коммуникацию между властью и бизнесом, профессиональную поддержку бизнеса и административные процессы.

К жестким факторам чаще всего относят географическое положение, природные ресурсы, физическую инфраструктуру, доступность качественного человеческого капитала и объем внутреннего рынка [41].

Выявление факторов позволяет провести анализ чувствительности. Чувствительность – способность объекта СП реагировать определенным образом на определенное малое воздействие, а также количественная характеристика этой способности [42].

Теперь рассмотрим обратный ход, а именно формирование (расчет) значений индикаторов снизу вверх. На рис. 1.3.5. эта часть представлена в середине схемы.

Этап 8. Оценка потенциала достижения целевых значений индикаторов.

Этап раскрывает принцип «П10. Принцип реалистичности».

Оценка потенциала достижения целевых значений индикаторов показывает максимально возможное значение целевых показателей при неограниченных ресурсах. Такое потенциально возможное значение иногда называют «точкой идеала».

«Потенциал (от лат. *potentia* – сила) в широком смысле – средства, запасы, источники, имеющиеся в наличии и могущие быть мобилизованы, приведены в действие, использованы для достижения определенной цели, осуществления плана, решения какой-либо задачи; возможности отдельных лиц, общества, государства в определенной области» [43].

При разработке стратегии в первую очередь оценивается потенциал достижения цели и рассматриваются различные стратегические альтернативы достижения цели (сценарии), которые порождаются различными вариантами использования потенциала. Чем шире «поле» рассмотренных на этом этапе вариантов, тем более эффективное решение будет принято [44].

Таким образом, для качественного выполнения этого этапа необходимо проработать комплекс экономических, технических, организационных возможностей по увеличению потенциала достижения целевого показателя.

Если в ходе выполнения работ оказывается, что целевое значение не может быть достигнуто, то необходимо вернуться к этапу целеобразования. Если целевые значения потенциально достижимы, переходим к следующим этапам.

Этап 9. Формирование комплекса мероприятий с выделением вклада в достижение целевых значений индикаторов.

Этап раскрывает принцип «П7. Программно-целевой принцип».

«Задача социально-экономического развития – комплекс взаимовязанных мероприятий, которые должны быть проведены в определенный период времени и реализация которых обеспечивает достижение целей социально-экономического развития» [45].

На этом этапе происходит формирование максимально возможного перечня мероприятий по реализации связанных «цели – задачи – индикатора».

Формирование комплекса мероприятий является сложным этапом как с организационной, так и с содержательной точки зрения, чаще всего его требуется разбить на подэтапы.

Формирование комплекса мероприятий может проводиться различными способами, включая стратегические сессии, форсайты, мозговые штурмы, обобщение опыта в аналогичных системах и т. п.

Существенной (и часто слабо структурируемой) частью является фиксация вклада мероприятия(й) в достижение целевых показателей.

Комплекс мероприятий прежде всего должен реализовать основные факторы (факторы успеха), изменения которых наиболее сильно влияют на потенциальное значение индикатора (см. предыдущий этап).

Этап 10. Оценка ресурсов, необходимых для реализации мероприятий.

Этап раскрывает принципы «П12. Принцип ресурсной обеспеченности», «П7. Программно-целевой принцип».

Оценка ресурсов для реализации мероприятий по достижению целевых значений индикаторов позволяет провести процедуры выделения ресурсов и обеспечить реализацию мероприятий.

При анализе ресурсов необходимо (целесообразно) выделить дефицитные ресурсы (узкие места). Именно эти ресурсы будут критическими для реализации всего комплекса мероприятий, и нехватка именно этих ресурсов не позволит обеспечить достижение целевых значений индикаторов.

Традиционно рассматривается выделение финансовых ресурсов для реализации мероприятий стратегического планирования. В условиях возможности приобретения других ресурсов с помощью финансовых ресурсов рассмотрение только финансового ресурса выглядит достаточным.

Однако отметим, что при невозможности обеспечения других ресурсов с помощью финансирования в условиях санкций, истощения сырья, нехватки квалифицированных кадров рассмотрение только финансовых ресурсов является недостаточным.

Кроме того, оценка ресурсов должна быть согласована с календарным планом выделения ресурсов.

При достаточности ресурсов формируются документы стратегического планирования (программа реализации, комплекс мероприятий) по достижению целевых показателей.

При недостаточности ресурсов необходимы этапы оптимизации возможностей достижения целевых показателей и ресурсных ограничений (возврат на этап 1 или 8).

Комплекс этапов от целеобразования до оценки ресурсов реализует технологию программно-целевого управления: планирование от конечных целей (желаемых результатов) к средствам (мероприятиям и ресурсам).

На этом этапе процедура анализа сверху вниз завершена.

Когда результат прохождения этапов 1–10 сведен в итоговый документ, рекомендуется переходить к этапу оптимизации ресурсов и более детального планирования.

Этап 11. Приоритизация: выработка приоритетов реализации мероприятий.

Этап раскрывает принцип «П9. Принцип результативности и эффективности».

Вклад мероприятий в целевые значения индикаторов может происходить с различной эффективностью. Реализация масштабных малоэффективных мероприятий может потребоватькратно больший расход ресурсов, чем альтернативные мероприятия с высокой эффективностью.

В качестве инструмента выбора приоритетных мероприятий целесообразно использовать метод «затраты – эффективность» (Cost–benefit, принцип Парето), ранжирующий мероприятия по эффективности использования ресурсов. Модель типа «затраты –эффективность» является однокритериальной одноресурсной моделью.

При решении задачи достижения совокупности нескольких критериев необходимо использовать многокритериальные модели оптимизации.

При наличии нескольких существенных (ограничивающих) ресурсов необходимо использовать модели линейной и нелинейной оптимизации.

После реализации этого этапа требуется пройти процедуру анализа возможного достижения целевых значений индикаторов снизу вверх.

Этап 12. Оценка достижения целевых показателей при реализации комплекса приоритетных мероприятий и выделении (использовании) ресурсов.

Этап раскрывает принцип «П7. Программно-целевой принцип».

Этап включает:

- фиксацию выделения ресурсов (в том числе дефицитных) с распределением их по времени;
- планирование выбранных (по критериям эффективности) мероприятий;
- анализ (оценку) рисков превышения оценок достижения результатов и перерасхода ресурсов;
- проверку обеспеченности ресурсами;
- оценку (пересчет) степени достижения целевых показателей.

Если при этом в ходе анализа выясняется, что целевые значения индикаторов не будут достигнуты, то имея знания об обеспеченности ресурсами, придется повторить все этапы, начиная с первого (целеобразования).

При достижении целевых значений индикаторов осуществляется переход к последующим этапам.

Этап 13. Формирование программы реализации, включающий комплекс приоритетных мероприятий.

Этап раскрывает принципы «П7. Программно-целевой принцип», «П10. Принцип реалистичности», «П11. Принцип сбалансированности», «П12. Принцип ресурсной обеспеченности».

На этой стадии предстоит включение отобранных мероприятий, эффективно использующих ресурсы, и обеспечивающие достижение целевых значений индикаторов, в документы стратегического планирования федерального уровня, к примеру, в государственные программы, национальные проекты.

В п. 31 ст. 3 172-ФЗ указано:

«Государственная программа Российской Федерации – документ стратегического планирования, содержащий комплекс планируемых мероприятий, взаимоувязанных по задачам, срокам осуществления, исполнителям и ресурсам, и инструментов государственной политики, обеспечивающих в рамках реализации ключевых государственных функций достижение приоритетов и целей государственной политики в сфере социально-экономического развития и обеспечения национальной безопасности Российской Федерации».

Этап 14. Анализ результатов работы основных участников и их вклада в достижение целевых значений индикаторов.

Этап раскрывает принцип «П7. Программно-целевой принцип».

На данном этапе существенную часть играет распределение плана мероприятий по участникам.

В ст. 9 ФЗ-172 приведен перечень участников стратегического планирования на федеральном уровне, включающий, в частности, федеральные органы исполнительной власти (ФОИВ).

Но этот закон ориентирован на органы государственной власти и прямо не регламентирует деятельность других возможных участников процесса реализации мероприятий: общества, бизнеса, некоммерческого сектора, кредитно-финансовых организаций и др.

Одним из механизмов согласованной реализаций мероприятий могут быть методы ГЧП (государственно-частного партнерства).

Этап 15. Утверждение (принятие) документов, обеспечивающих согласованность целей, задач, индикаторов, мероприятий и

ресурсов, с последующим информированием участников процесса.

Этап раскрывает принципы «П1. Принцип предназначенности», «П2. Принцип единства и целостности», «П3. Принцип преемственности и непрерывности», «П4. Принцип прозрачности (открытости)».

Документы стратегического планирования, включающие целевые значения индикаторов в рамках прогнозирования и в рамках планирования и программирования, утверждаются соответствующими участниками процесса стратегического планирования.

Этап 16. Мониторинг показателей, мероприятий, ресурсов.

Этап раскрывает принципы «П4. Принцип прозрачности (открытости)», «П5. Принцип измеряемости целей», «П6. Принцип агрегирования и декомпозиции», «П7. Программно-целевой принцип», «П8. Принцип соответствия показателей целям».

В процессе мониторинга производится сбор, систематизация и обобщение информации по индикаторам.

На этом этапе осуществляется формирование сигналов по возможным значительным и критическим отклонениям фактических значений индикаторов от целевых (утвержденных) значений показателей. При значительных или критических отклонениях, когда выявлены риски и угрозы, осуществляется принятие мер по их предотвращению.

При невозможности возврата к утвержденным значениям показателей, происходит переход на этап 1 (целеполагание) и далее по процедуре.

Таким образом, в этом разделе представлена разработанная авторами методика (этапы) индикативного планирования, которая соответствует всем принципам системы индикативного планирования, утвержденным ст. 7 172-ФЗ.

1.8. Использование моделей на различных этапах индикативного планирования

Систематизировав и представив все этапы ИП, можно приступить к решению задачи «сквозного» планирования. Часто одна модель может применяться только на одном-двух этапах планирования, что ведет к «разрывам» в данных и индикаторах.

Сегодня аналитикам приходится пользоваться на разных этапах разными моделями, возможности которых приведены в табл. 1.6.1.

Ниже в главах 2 и 3 представлено описание моделей, решающих задачи индикативного планирования на различных этапах стратегического планирования.

Напомним, что комплексная методика (этапы) ИП, приведенная в разделе 1.7, представлена на рис. 1.3.5, где выделены три контура планирования:

1. **Красный контур**, в котором осуществляется первичное индикативное планирование или кардинально пересматриваются планы.

2. **Синий контур**, в котором в рамках мониторинга осуществляется корректировка планов на основе анализа собранной информации.

3. **Зеленый контур**, в котором осуществляется выполнение этапов (на схеме – справа), связанных с определением ресурсной обеспеченности, и выработка комплекса мер по распределению (перераспределению) ресурсов.

Данная схема может быть дополнена распределением всего комплекса рассмотренных в этой монографии моделей индикативного планирования М1–М31 (см. раздел 1.4) по всем этапам ИП (см. главу 1.7), эта схема представлена на рис. 1.8.1.

При этом для «сквозного» планирования, а именно объединения и обеспечения возможности перехода от одних моделей к другим в рамках технологии индикативного планирования, необходимо обеспечить единство и целостность информационной основы, в частности интегрировать данные в единую цифровую модель.

С целью обеспечения возможности интеграции работ на всех этапах используют три описательных модели:

1. ОМ1 – система «сфера деятельности – документ – индикаторы».

2. ОМ2 – система «цель – задачи – индикаторы».

3. ОМ3 – система «мероприятия – ресурсы – индикаторы».

При введении таких описательных моделей решаются задачи:

– Оценка полноты, непротиворечивости сведений в описательных моделях ОМ1–3.

– Определение достижимости в описательных моделях ОМ1–3.

– Определение плотности элементов структур (количественное определение связей в структурах).

На рис 1.8.1 описательные модели обеспечивают переход от одного контура индикативного планирования к другому.

Кроме того, для большей информативности разным цветом отмечены базовые специализированные и узкоспециализированные модели.

В табл. 1.8.1 приведен комплекс (система) моделей индикативного планирования, соответствующих разным этапам индикативного планирования. Графическое представление данного комплекса показано на рис. 1.8.1. Безусловно, соотношение моделей и этапов является рекомендуемым и не является однозначно заданным. На каждом этапе могут использоваться и другие модели (перечисленные и не перечисленные в монографии). Для более полной систематизации применяемых моделей необходима проработка нескольких стратегий. Представляется, что это серьезная задача будущих исследований.

Таблица 1.8.1

Комплекс моделей индикативного планирования

Этап	Название этапа ИП	Рекомендуемые модели
1	Целеполагание	M5
2	Формирование набора индикаторов	M1, M2, M9, M22, M23
3	Измерение индикаторов	M5, M6, M7, M21, M23
4	Сбор фактических данных	
5	Выбор модели для анализа и сценарного прогнозирования	OM1–OM2
6	Инерционный прогноз	M3, M10–13, M17, M19, M21, M22, M23, M26, M27, M30, M31
7	Проработка модели и факторов изменения прогнозных показателей	M7, M19, M21, M22–M30
8	Оценка достижения потенциала	M11, M12, M13, M17, M18, M29, M31
9	Формирование комплекса мер	M13–M16, M21, M22, M23
10	Определение необходимых ресурсов	M14, M21, M22, M23
11	Приоритизация	M1–M5, M10, M11, M15, M19, M20, M21, M22, M23
12	Оценка достижения целевых показателей	M1, M2, M6–M8, M10, M13, M19, M21, M22, M23
13	Программа реализации	M1–M8, M10–M17, M19, M20, M24, M25, M29
14	Анализ участия	M1–M8, M10–17, M19, M20, M22–M25, M29
15	Утверждение документов	M1, M2, M6, M7, M9, M20
16	Мониторинг	M5–M8, M18, M20, M30

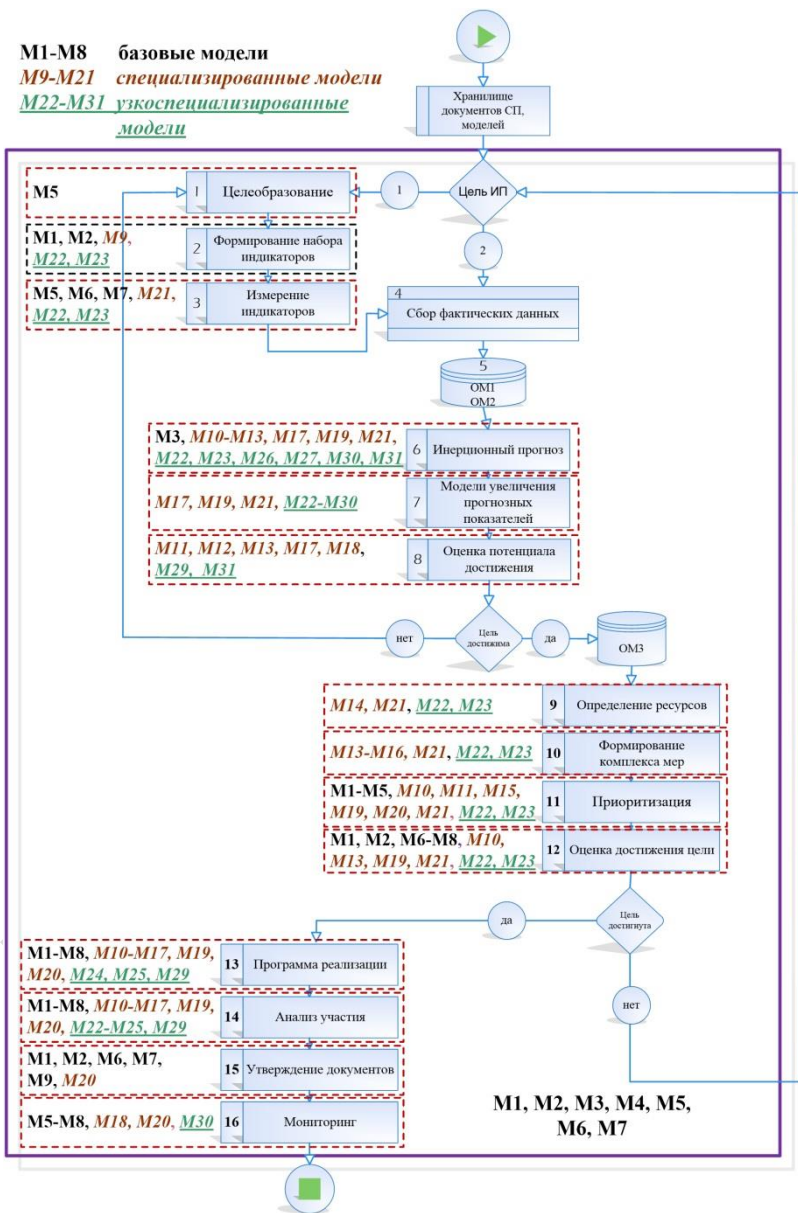


Рис. 1.8.1. Комплекс моделей
индикативного планирования



Итак, выше структурированы как этапы ИП, так и модели ИП, которые могут быть использованы на каждом этапе. Ранее были определены принципы индикативного планирования на каждом из этапов и в каждой из моделей.

Использование данной систематизации может существенно упростить весь процесс индикативного планирования, поскольку требования при постановке задачи ИП могут довольно сильно различаться.

В Примере 2 применена методика «сквозного» индикативного планирования с учетом представленной выше систематизации моделей.

1.9. Пример 2. «Сквозное» применение методики: от целей страны до роста отраслей

Рассмотрим пример применения разработанных моделей для решения ряда задач стратегического планирования, от анализа целей развития страны до оценки роста отдельных отраслей, с помощью индикативного планирования.

Логичным дополнением к продолжению «сквозной» методики в конкретной отрасли могут стать «Пример 16. Анализ целей роста авиастроения и «Пример 17. Анализ достижимости целей развития авиатранспортной отрасли», представленные в разделе 3.3, в которых рассматриваемая здесь процедура ИП будет продолжена.

Для создания системы индикативного планирования в Примере 2 будет использована процедура по синему контуру методики (рис. 1.3.5), т. е. будет проведен структурно-целевой анализ. Структурно-целевой анализ ИП предполагает, что осуществляется мониторинг и анализ на уровне целей, задач, производится оценка потенциала их достижения.

В первую очередь рассмотрим имеющиеся документы по обеспечению экономической безопасности РФ и ряда задач планирования, мониторинга и прогнозирования показателей.

Структура примера применения методики индикативного планирования представлена в табл. 1.9.1.



Таблица 1.9.1.

**Структура примера применения
методики индикативного планирования**

№	Содержание	Модель	Вход	Выход	Данные
Н1	Цели – задачи – индикаторы национальной безопасности (НБ)	Когнитивная модель «цели – задачи – индикаторы»	Стратегия национальной безопасности	Перечень связанных документов СП. Когнитивная схема (набор). Перечень целей и задач НБ. Несответствия	Указ от 2 июля 2021 г. № 400
Н2.1	Цели – задачи – индикаторы экономической безопасности (ЭБ)	Когнитивная модель «цели – задачи – индикаторы»	Стратегия экономической безопасности	Перечень связанных документов СП. Когнитивная схема (набор). Перечень целей, задач, индикаторов ЭБ. Временные ряды индикаторов. Несответствия	Указ от 13 мая 2017 г. № 208, Росстат
Н2.2	Цели – задачи – индикаторы – мероприятия (ЭБ)	Когнитивная модель «цели – задачи – индикаторы – мероприятия»	Стратегия экономической безопасности, Сводная стратегия развития обрабатывающей промышленности, госпрограммы	Перечень связанных документов СП. Когнитивная схема (набор). Перечень целей, задач, индикаторов, мероприятий ЭБ. Несответствия	Указ от 13 мая 2017 г. № 208, Росстат
Н2.3	Анализ индикаторов	Тренды	Временные ряды индикаторов. Перечень типов индикаторов	Характеристики индикаторов	Росстат, другие ФОИВ
Н3	Оценка индикаторов НБ, ЭБ	Модель(и) адаптивного планирования	Временные ряды индикаторов	Кластеризация индикаторов (отнесение индикаторов к определенному классу)	Росстат, другие ФОИВ
Н4	Стратегический мониторинг на основе когнитивных карт	Модель(и) стратегического мониторинга на основе когнитивных карт	Когнитивная схема (набор) целей, задач, индикаторов. Сценарий воздействия возмущений	Оценка (прогноз) изменения индикаторов	Росстат, другие ФОИВ
Н5.1	Анализ (инерционный прогноз) ВВП и валовой добавленной стоимости (ВДС) по отраслям	Тренды. Идентификация параметров	Временные ряды индикаторов по ВВП и ВДС	Характеристики индикаторов, прогноз, вывод о недостаточности инерционного роста	Росстат
Н5.2	Анализ (прогноз ускоренного роста) ВДС по отраслям	Идентификация параметров, сценарий	Временные ряды индикаторов по ВВП и ВДС	Характеристики индикаторов, прогноз, оценка дополнительного роста отраслей	Росстат
Н5.3	Анализ (инерционный + ускоренный прогноз) выпуска отрасли в целом	Тренды. Идентификация параметров	Выделенные отрасли примера анализа ЭБ. Временные ряды индикаторов по выпуску (выручке)	Характеристики индикаторов, прогноз, вывод о недостаточности инерционного роста, оценка дополнительного роста	ЕМИСС
Н5.4	Анализ (инерционный + ускоренный прогноз) выпуска отрасли по	Модель финансового прогнозирования	Выделенные отрасли из примера анализа ЭБ.	Прогноз выпуска (выручки) отрасли. Характеристики индикаторов, оценка	БФО ФНС

№	Содержание	Модель	Вход	Выход	Данные
	крупнейшим организациям		Временные ряды индикаторов по вырубке. Временные ряды индикаторов по финансовой отчетности крупнейших организаций	дополнительного роста	
H6	Модели механизмов влияния технологического развития на ГПСЭР на примере гражданского авиастроения	Модели механизмов влияния технологического развития на развитие отрасли	Документы СП по авиапромышленности. Временные ряды индикаторов отрасли. Технологические параметры отрасли. Перечни данных.		
H7	Модели индикативного прогнозирования финансовой устойчивости отраслей (госкорпораций)	Имитационная модель развития госкорпорации	Документы СП по авиапромышленности. Временные ряды индикаторов отрасли. Сценарии внешних шоков.	Критерии финансовой устойчивости отраслей (госкорпораций). Оценка финансовой устойчивости отрасли (авиапромышленность), Мероприятия по повышению финансовой устойчивости	Росстат, ЕМИСС, финансовая отчетность организаций
H8	Проверка достижимости целей и планов стратегии экономической безопасности	Модели системной динамики	Временные ряды индикаторов отрасли. Сценарии критических комбинаций событий	Оценка достижимости целевых индикаторов отрасли (фармацевтика + производство медицинских изделий). Предложение мероприятий по повышению значений показателей	Росстат, ЕМИСС, финансовая отчетность организаций
H9	Методы анализа альтернатив индикативного планирования с помощью визуальных моделей	Структурные модели «цели – задачи – индикаторы». Визуальные модели и типы индикаторов.	Документы СП. Перечни целей, задач, индикаторов и их связей. Временные ряды индикаторов отрасли. Результаты расчетов других моделей	Анализ альтернатив индикативного планирования отрасли с помощью визуальных моделей	Результаты отдельных моделей
H10	Сводные модели	Сведение отдельных моделей в комплексный пример	Результаты расчетов (оценок, прогнозов) по моделям.	Сводная оценка результатов расчетов (оценок, прогнозов). Предложения по развитию мероприятий ЭБ	Результаты отдельных моделей

Рассмотрим подробнее, как именно может быть применена эта методика на отдельных этапах ИП с передачей информации между этапами.

1.9.1. Формирование структуры целей и задач

Этап 1. Целеполагание: формирование структуры целей и задач.

Сформируем структуру целей и задач государства в отношении обеспечения экономической безопасности (ЭБ). Для этого в системе документов стратегического планирования развития страны выберем документ, где отражены все основные элементы системы управления – Указ № 400.

Этот документ является базовым для системы стратегического планирования, определяющим национальные интересы и стратегические национальные приоритеты РФ, цели и задачи государственной политики в области обеспечения ЭБ и устойчивого развития РФ на долгосрочную перспективу. В нем учитываются неразрывные взаимосвязи национальной безопасности РФ и социально-экономического развития страны.

Анализ начнем с модели «цели – задачи – индикаторы» (М9), в рамках которой систематизируем цели и задачи СНБ РФ и их согласованность с целевыми показателями и индикаторами с помощью инструмента «Граф связей параметров СНБ РФ».

Целями верхнего уровня согласно Указу № 400 являются девять целей (СНП), сведенные в табл. 1.9.2.

Таблица 1.9.2

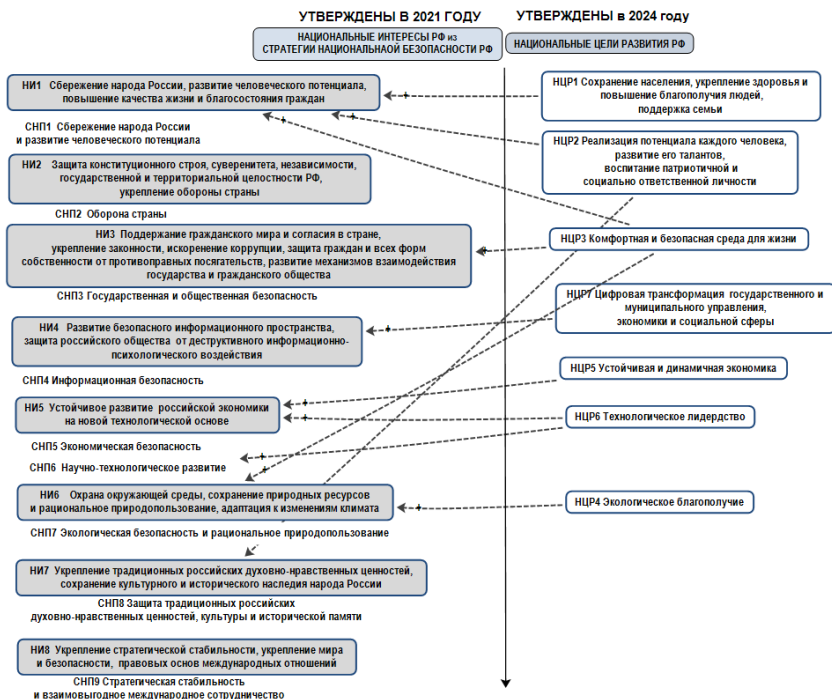
Цели верхнего уровня стратегии национальной безопасности РФ

СНП1 – сбережение народа России и развитие человеческого потенциала;	СНП6 – научно-технологическое развитие;
СНП2 – оборона страны;	СНП7 – экологическая безопасность и рациональное природопользование;
СНП3 – государственная и общественная безопасность;	СНП8 – защита традиционных российских духовно-нравственных ценностей, культуры и исторической памяти;
СНП4 – информационная безопасность;	СНП9 – стратегическая стабильность и взаимовыгодное международное сотрудничество.
СНП5 – экономическая безопасность;	

Отметим, что изменения по перечисленным целям не являются независимыми, поскольку все процессы, связанные с ними, являются

взаимозависимыми. Применяя онтологию «изменение одного элемента влечет изменение другого элемента», выявим причинно-следственные связи в тексте указа (рис. 1.9.1). На схеме цветом выделены группы подцелей по девяти основным целям обеспечения национальной безопасности.

ИНКУРАН



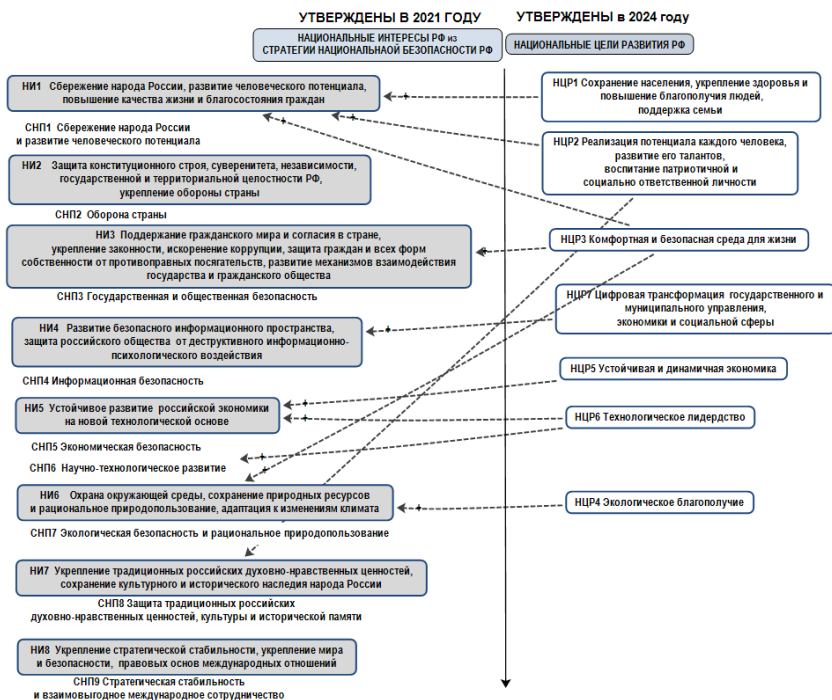


Рис. 1.9.1. Направления национальной безопасности



Формирование графа причинно-следственных связей основано на морфологическом анализе предложений в тексте документа стратегического планирования, содержащих упоминание ключевых понятий СНП, и знаниях из предметных областей, связанных с этими ключевыми понятиями. Пример для СНП5 показан на рис. 1.9.2.

СНП5 Целями обеспечения экономической безопасности Российской Федерации являются укрепление экономического суверенитета страны, повышение конкурентоспособности российской экономики и ее устойчивости к воздействию внешних и внутренних угроз, создание условий для экономического роста Российской Федерации, темпы которого будут выше мировых

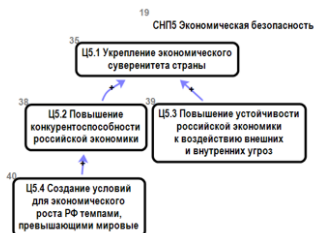


Рис. 1.9.2. Пример формирования причинного графа по формулировке целей по приоритету СНП5 «Экономическая безопасность»

Построим онтологию взаимовлияния целей всего документа – Стратегии национальной безопасности РФ – свернув группы подцелей и сохранив влияние между группами (см. рис. 1.9.3).

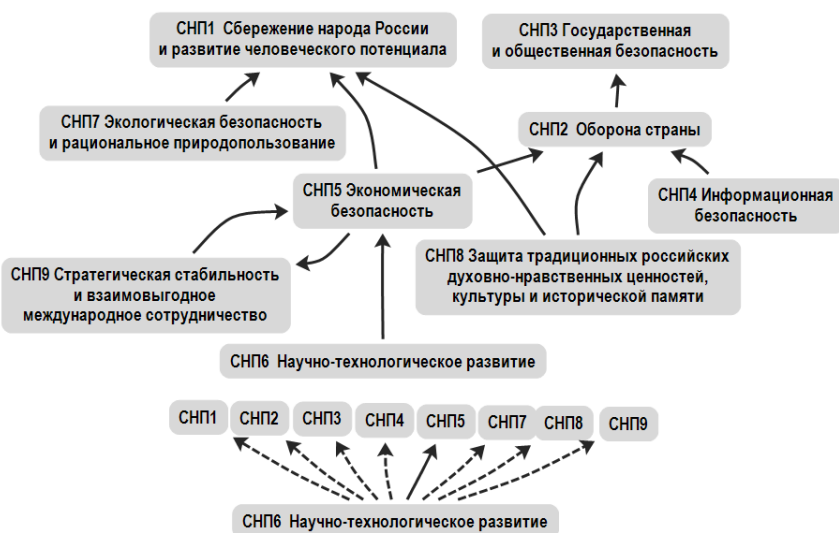


Рис. 1.9.3. Взаимовлияние между приоритетами (свертка по влияниям целей)

Каждой цели соответствуют **подцели**, в частности, обеспечение экономической безопасности связано с достижением четырех целей:

- Ц5.1 «Укрепление экономического суверенитета страны»,
- Ц5.2 «Повышение конкурентоспособности российской экономики»,
- Ц5.3 «Повышение устойчивости российской экономики к воздействию внешних и внутренних угроз»
- Ц5.4 «Создание условий для экономического роста РФ темпами, превышающими мировые».

Этим подцелям согласно статье 67 СНБ РФ сопоставлено 12 сложносоставных задач, в формулировках которых можно обнаружить критерии и наименования индикаторов. Приведем некоторые из них:

1) сохранение макроэкономической устойчивости, поддержание инфляции на стабильно низком уровне, обеспечение устойчивости рубля и сбалансированности бюджетной системы;

2) повышение платежеспособного внутреннего спроса на товары и услуги, обеспечение сбалансированности роста кредитования физических лиц, ограничение рисков, связанных с повышенной долговой нагрузкой на них;

3) обеспечение ускорения темпов прироста инвестиций в основной капитал, доступности долгосрочного кредитования, защиты и поощрения капиталовложений, стимулирование использования внутренних источников инвестиций;

4) обеспечение устойчивого развития реального сектора экономики, создание высокотехнологичных производств, новых отраслей экономики, рынков товаров и услуг на основе перспективных высоких технологий;

5) повышение производительности труда путем модернизации промышленных предприятий и инфраструктуры, цифровизации, использования технологий искусственного интеллекта, создания высокотехнологичных рабочих мест;

6) модернизация производственной базы организаций оборонно-промышленного комплекса, увеличение объемов выпускаемой ими высокотехнологичной продукции гражданского и двойного назначения;

7) расширение производства лекарственных средств и медицинских изделий.

При разборе на атомарные понятия формулировок задач в ст. 67 СНБ сформирована сеть концептов – факторов и связей между ними, при построении которых используются морфологический анализ предложений и базовые определения понятий из предметных областей, связанных с концептами (рис. 1.9.4).

ИНКУБАЦИЯ

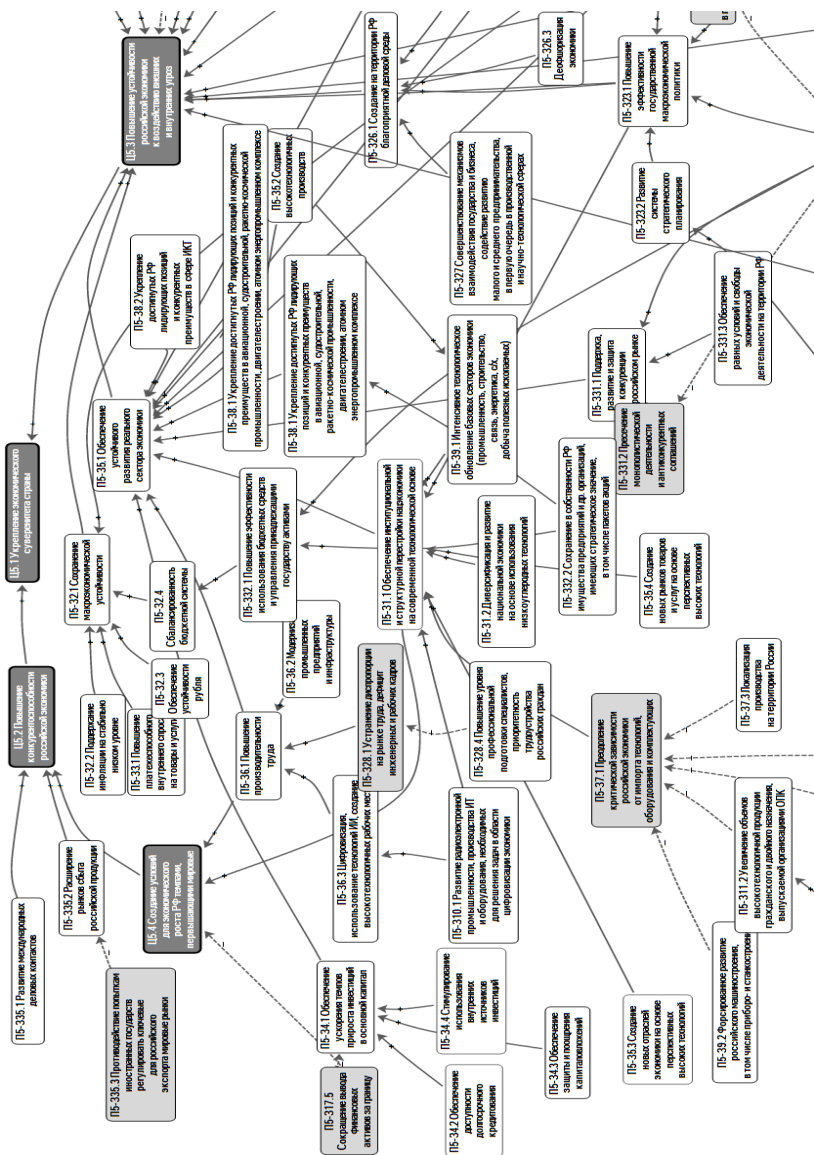


Рис. 1.9.4. Схема задач приоритета «Экономическая безопасность»



1.9.2. Формирование набора индикаторов

Этап 2. Формирование набора индикаторов, конкретизирующих цели и задачи. Покажем пример построения такой сетевой структуры.

Обратимся к СЭБ РФ. Отметим, что цели стратегического приоритета «экономическая безопасность» в СЭБ РФ наследуются из СНБ РФ.

На рис. 1.9.5 в качестве иллюстрирующего примера представлена декомпозиция целей и задач СНБ РФ. На рис. 1.9.6 – декомпозиция целей и задач СЭБ РФ.

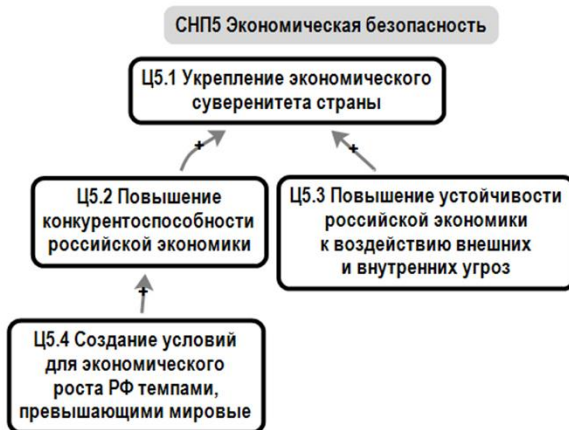


Рис. 1.9.5. Подцели экономической безопасности СНБ РФ (СНП5)

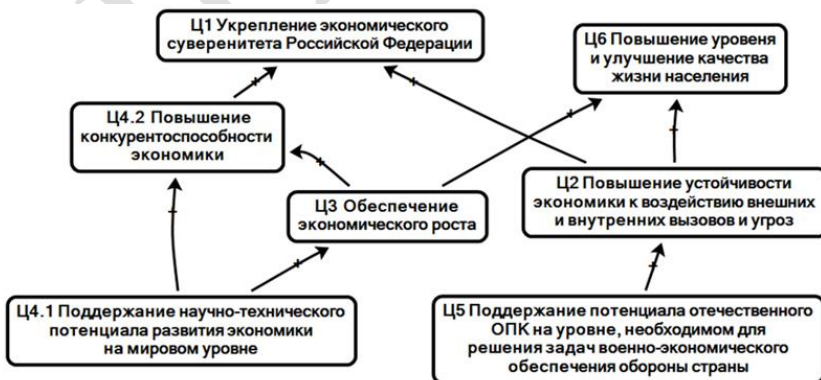


Рис. 1.9.6. Цели СЭБ РФ

Цели в СЭБ РФ наследуются и конкретизируются, но стоит учесть, что документы, в которых указаны эти цели, написаны в разное время и могут быть не вполне согласованы. Отношение задач верхнего уровня к целям нижнего устанавливается путем поиска по текстам ДСП, схожих по смыслу целей и задач (рис. 1.9.7, табл. 1.9.3). В настоящее время эта процедура реализуется экспертом, так как автоматический поиск фрагментов, связанных с набором ключевых понятий или с набором понятий, отражающих контекст, требует разработки алгоритмов. Эксперт, действуя согласно методике разбора документа и поиска, справляется с задачей.

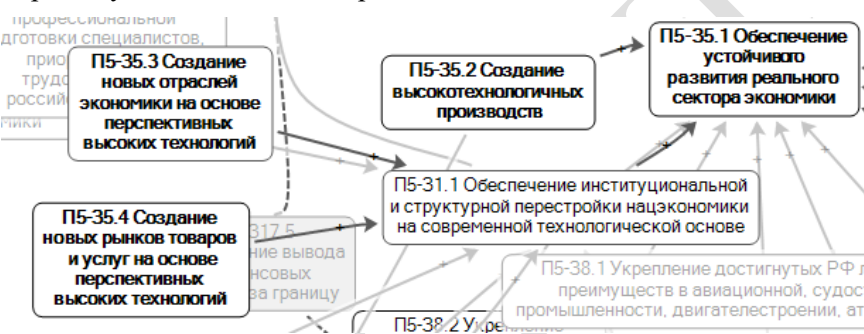


Рис. 1.9.7. Выделение задачи П5-35 в графе связей СНП5

Таблица 1.9.3

Прослеживание преемственности задачи П5-35 в СЭБ РФ

Задача П5-35 из СНП5 СЭБ РФ	Оценка преемственности	Направление и задачи из СЭБ РФ
П5-35.1 Обеспечение устойчивого развития реального сектора экономики	очевидная преемственность	Н2 Обеспечение устойчивого роста реального сектора экономики
П5-35.2 Создание высокотехнологичных производств П5-35.3 Создание новых отраслей экономики на основе перспективных высоких технологий	условная преемственность	Н2-33 Создание и устойчивое развитие перспективных высокотехнологичных секторов экономики
П5-35.4 Создание новых рынков товаров и услуг на основе перспективных высоких технологий	Преемственность условно прослеживается в Н3 «Создание экономических условий для разработки и внедрения современных технологий, стимулирования инновационного развития, а также совершенствование нормативно-правовой базы в этой сфере» – задача 10 «Совершенствование правового регулирования и развитие рынков новой высокотехнологичной продукции, создаваемой в рамках реализации проектов Национальной технологической инициативы»	

Документы нижнего уровня отличаются тем, что в них можно обнаружить индикаторы, но, как правило, приводятся только наименования индикаторов без целевых значений или критериев.

Перечень целевых индикаторов экономической безопасности согласно Указу № 208 приведен в табл. 1.9.4.

Таблица 1.9.4

Целевые показатели (ЦП) экономической безопасности (выборка)³

Номер	Наименование
ЦП1	H2 Индекс физического объема валового внутреннего продукта
ЦП2	H2 Валовой внутренний продукт на душу населения (по паритету покупательной способности)
ЦП3	H2 Доля российского валового внутреннего продукта в мировом валовом внутреннем продукте
ЦП4	Доля инвестиций в основной капитал в валовом внутреннем продукте
ЦП5	H2 степень износа основных фондов
ЦП6	H2 индекс промышленного производства
ЦП7	H2-36.1 индекс производительности труда
ЦП8	Индекс денежной массы (денежные агрегаты M2)
ЦП9	Уровень инфляции
ЦП10	Внутренний государственный долг Российской Федерации, государственный долг субъектов Российской Федерации и муниципальный долг
ЦП11	Внешний долг РФ, в том числе государственный внешний долг
ЦП12	Чистый ввоз (вывоз) капитала
ЦП13	Уровень экономической интеграции субъектов Российской Федерации
ЦП14	Коэффициент напряженности на рынке труда
ЦП15	H2-36.2, H2-39.2, H2-39.3 энергоёмкость валового внутреннего продукта
ЦП16	H2 доля инвестиций в машины, оборудование и транспортные средства в общем объеме инвестиций в основной капитал

³ Информация для анализа показателей состояния экономической безопасности РФ. <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/pok-bezopasn.htm>. Дата обращения 20.06.2024.

Номер	Наименование
ЦП17	Доля инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, работ, услуг
ЦП18	Н2 доля высокотехнологичной и наукоемкой продукции в валовом внутреннем продукте
ЦП19	Доля организаций, осуществляющих технологические инновации
ЦП20	Дефицит федерального бюджета, в том числе ненефтегазовый дефицит федерального бюджета
ЦП21	Отношение золотовалютных резервов Российской Федерации к объему импорта товаров и услуг
ЦП22	Индекс физического объема экспорта
ЦП23	Индекс физического объема импорта
ЦП24	Сальдо торгового баланса
ЦП25	Н2 доля машин, оборудования и транспортных средств в общем объеме несырьевого экспорта
ЦП26	Доля населения трудоспособного возраста в общей численности населения
ЦП27	Доля граждан с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума
ЦП28	Н2 индекс производства по виду экономической деятельности «Добыча полезных ископаемых»
ЦП29	Доля прироста запасов полезных ископаемых (по стратегическим видам полезных ископаемых) в общем объеме погашенных в недрах запасов
ЦП30	Н2-36.2, Н2-39.2, Н2-39.3 баланс производства и потребления энергоресурсов (на душу населения)
ЦП31	Н2 индекс предпринимательской уверенности предприятий обрабатывающих производств
ЦП32	Дефицит консолидированного бюджета субъектов Российской Федерации
ЦП33	Доля машин, оборудования и транспортных средств в общем объеме импорта
ЦП34	Доля инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме экспорта товаров, работ, услуг предприятий промышленного производства
ЦП35	Доля импорта в объеме товарных ресурсов продовольственных товаров
ЦП36	Оборот розничной торговли

Номер	Наименование
ЦП37	Распределение численности занятых в экономике по уровню образования
ЦП38	Децильный коэффициент (соотношение доходов 10 процентов наиболее обеспеченного населения и 10 процентов наименее обеспеченного населения)
ЦП39	Доля работников с заработной платой ниже величины прожиточного минимума трудоспособного населения
ЦП40	Уровень преступности в сфере экономики

Результат прослеживания целей в СЭБ РФ приведен на рис. 1.9.8.

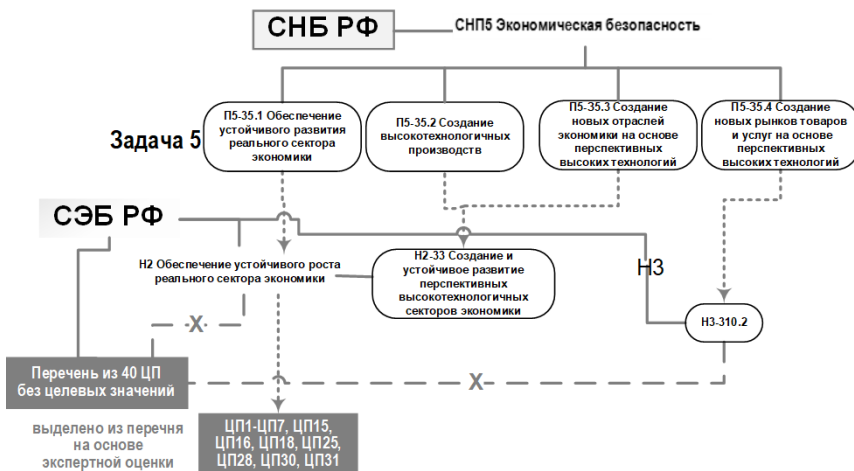
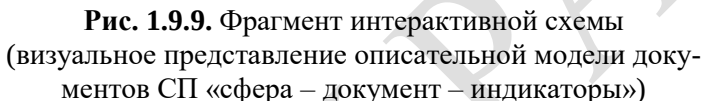


Рис. 1.9.8. Привязка ЦП экономической безопасности к направлению 2 (Н2) «Обеспечение устойчивого роста реального сектора экономики»

В результате формируется база данных, в которой комплекс «цели – задачи – индикаторы» можно представить интерактивной схемой, ее фрагмент показан на рис. 1.9.9.



1.9.3. Измерение индикаторов

В табл. 1.9.5 приведена информация для анализа показателей состояния экономической безопасности Российской Федерации, публикуемая Росстатом⁴. Данная методика является комплексной, т. е. включающей результаты работы различных ФОИВ.

⁴ Информация для анализа показателей состояния экономической безопасности Российской Федерации. <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/pok-bezopasn.htm>, дата обращения 01.12.2023.

Таблица 1.9.5

Информация для анализа показателей состояния
экономической безопасности Российской Федерации (фрагмент)

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Периодич- ность разработки показателя	Справочно: субъект стати- стиче-ского учета
1.	Индекс физического объ- ема валового внутрен- него продукта (ВВП)	%	годовая квартальная	Росстат (пп. 1.2.2.)
2.	Валовой внутренний про- дукт на душу населения (по паритету покупатель- ной способности)	доллар США	годовая	Росстат (пп. 1.41.1., 1.41.2.)
3.	Доля российского валово- го внутреннего про- дукта в мировом валовом внутреннем продукте	% (по ППС)	годовая	Росстат (п. 1.41.1.)
4.	Доля инвестиций в ос- новной капитал в валовом внутреннем про- дукте	%	годовая	Росстат (п. 2.6.2.)
5.	Степень износа основ- ных фондов по 2016 год (включи- тельно, в разрезе ОКВЭД 2), начиная с 2017 года (в разрезе ОКВЭД 2)	%	годовая	Росстат (п. 1.3.1.)
6.	Индекс промышленного производства	% к предше- ствующему году	годовая месячная	Росстат (пп. 1.18.2., 1.19.2., 1.20.2.)
7.	Индекс производительно- сти труда	% к предше- ствующему году	годовая	Росстат (пп. 1.5.9., 2.6.6.)
8.	Индекс денежной массы (денежные агрегаты M2)	%	годовая месячная	Банк России (п. 48.9.)
9.	Уровень инфляции	% к соответ- ствующему ме- сяцу (периоду) предыдущего года	месячная	Росстат (п. 1.29.3.)

1.9.4. Сбор данных: оценка фактического состояния

Этап 4. Сбор данных: оценка фактического состояния (фактиче-
ских значений индикаторов).

Исходные данные по комплексу «цели – задачи – индикаторы»
заносятся в интегрированную базу данных.

Содержательные данные (фрагмент) по индикаторам экономической безопасности показаны в табл. 1.9.6.

Таблица 1.9.6

Индикаторы экономической безопасности (фрагмент)

Индикаторы экономической безопасности	Ед. изм.	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
1) индекс физического объема валового внутреннего продукта	процент	101,8	102,8	102,2	97,3	105,9	98,8	103,6
2) валовой внутренний продукт на душу населения	руб./чел.	621 871	702 628	741 097	728 860	922 264	1 057 766	1 176 687
4) доля инвестиций в основной капитал в валовом внутреннем продукте	процент	21,4	20,0	20,4	21,5	19,3	19,8	22,0
5) степень износа основных фондов	процент	47,3	46,6	37,8	39	40,5	40,5	41,1
6) индекс промышленного производства	процент	103,7	103,5	103,4	97,9	106,3	100,7	103,5
7) индекс производительности труда	процент	102,1	103,1	102,4	99,6	103,9	97,2	101,9
9) уровень инфляции	процент	102,51	104,26	103,04	104,91	108,39	111,94	107,42

Унифицированное описание всех данных позволяет выполнять количественный анализ всех составляющих, например, оценить, насколько равномерно распределены индикаторы по документам и сферам. Таким образом, можно применять и реализовывать различные визуальные метафоры.

В данной работе были использованы иерархические сетевые модели (М9, М19, М31). Для визуализации в качестве универсального формата для вывода структур данных применялся формат интерактивного html-файла, который позволяет осуществлять свертку ветвей модели и получать статистические характеристики (например, по числу индикаторов). Развитие методов визуализации для ускорения принятия качественных управленческих решений остается актуальной задачей.

1.9.5. Выбор сценария прогноза

Этап 5. Выбор модели (из множества моделей) для анализа и сценарного прогнозирования индикаторов (М1, М3, М4, М10, М12, М17).

Отметим, что выбор модели из набора моделей по имеющимся данным, ожидаемым результатам, глубине и объему проработки анализа и сценарного прогнозирования в настоящее время может быть результатом экспертного анализа с применением принципов аргументации.

Перейдем к анализу ключевых индикаторов, модель «Анализ базовых индикаторов достижения целей (отдельного показателя)» (M5).

Характеристики индикатора «индекс физического объема валового внутреннего продукта» приведены в табл. 1.9.7.

Таблица 1.9.7

Характеристики индикатора «индекс физического объема валового внутреннего продукта», 2011–2023 гг.

Наименование	Значение
Рост / Падение	Падение
Тренд	Негативный
Стабильность	Нестабильный
Прогнозируемость	Непрогнозируемый
Обеспеченность информацией	Информация есть
Структура	Составной
Переменная часть	–0,2144
Постоянная часть	534,15
Коэффициент детерминации	0,0815
Стандартная ошибка для оценки y	3,962
F-статистика	1,419
Степени свободы	16
Уровень статистической значимости	59 %

Индикатор «индекс физического объема валового внутреннего продукта» за период 2011–2023 гг. характеризуется трендом падения, значительными колебаниями по отдельным годам, может быть оценен как нестабильный и непрогнозируемый (по значениям временного ряда данных), что показано на рис. 1.9.10.

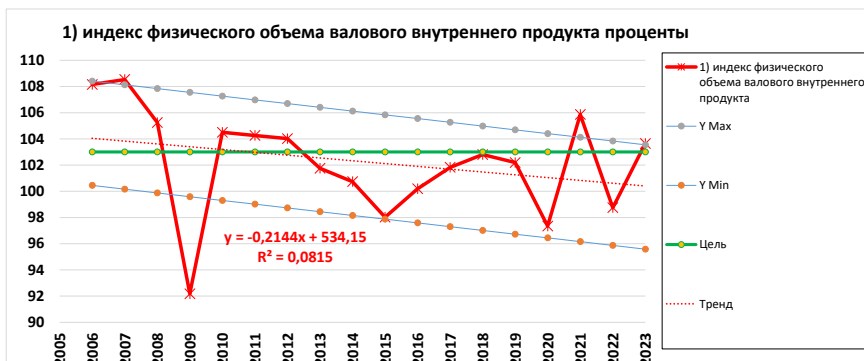


Рис. 1.9.10. Индикатор «индекс физического объема валового внутреннего продукта РФ», 2011–2023 гг.



1.9.6. Инерционный прогноз

Этап 6. Инерционный прогноз: прогнозная оценка в инерционном сценарии развития. Вывод о необходимости (целесообразности) дополнительных усилий.

Рассмотрим сценарий инерционного роста ВВП. Утвержденный в СЭБ индикатор «индекс физического объема валового внутреннего продукта» является производным от индикатора «ВВП в постоянных ценах» (который в данном случае выступает основным расчетным, но вспомогательным, так как утвержден не этот индикатор).

Данные динамики ВВП в постоянных ценах 2021 г. приведены в табл. 1.9.8. За период 2011–2023 гг. среднегодовой темп роста ВВП России составляет 1,40 %.

Таблица 1.9.8

Валовой внутренний продукт РФ в постоянных ценах 2021 г.,
трлн руб.

Показатель	Год						
	2011	...	2019	2020	2021	2022	2023
Валовой внутренний продукт в постоянных ценах	117,6		131,7	128,2	135,8	134,1	139,0

Сценарий инерционного прогноза ВВП в постоянных ценах 2021 г. показан в табл. 1.9.9 и на рис. 1.9.11.

Таблица 1.9.9

Сценарий инерционного прогноза ВВП в постоянных ценах 2021 г.,
трлн руб.

Показатель	Год							
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Валовой внутренний продукт в постоянных ценах	139,0	141,5	144,2	147,1	150,1	153,4	156,8	160,5

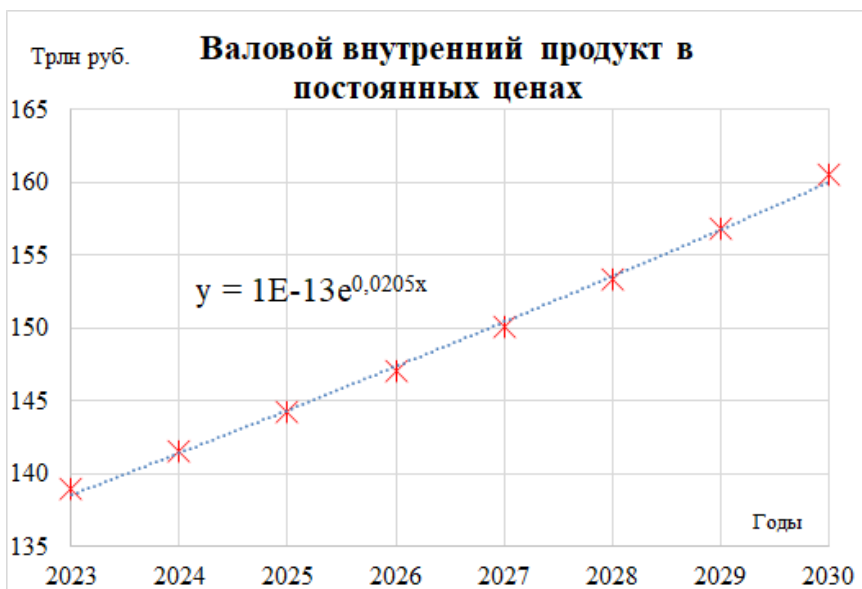


Рис. 1.9.11. Сценарий инерционного роста ВВП в постоянных ценах

Сценарий инерционного прогноза рассмотрен с помощью модели М19 индикативного планирования для оценки достижения целей в двухуровневой системе.

Рассмотрим двухуровневую систему «ВВП – валовая добавленная стоимость (ВДС) по отраслям». ВВП является агрегированием суммы ВДС по отраслям и чистых налогов на продукты.

Исходные данные ВДС по отраслям по данным Росстата показаны в табл. 1.9.10⁵.

⁵ Валовая добавленная стоимость по отраслям экономики (в текущих ценах, млрд руб.). — URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/VDS_god_OKVED2_s2011-2023.xlsx. Дата обращения 15.04.2024.

Таблица 1.9.10

Валовая добавленная стоимость по отраслям экономики РФ
(в текущих ценах, трлн руб.).

№	Отрасль	Год						
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
	Всего по видам экономической деятельности	82,9	92,8	98,5	97,0	121,8	140,7	156,4
A	Сельское хозяйство	3,3	3,5	3,9	4,3	5,3	5,9	5,8
B	Добыча полезных ископаемых	9,0	12,4	12,6	9,2	16,1	19,3	19,3
C	Обрабатывающие производства	11,3	13,3	14,2	14,4	17,1	19,6	21,4
D	Электрос энергия	2,4	2,5	2,6	2,6	3,0	3,2	3,4
E	Водоснабжение	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7
F	Строительство	5,0	5,2	5,3	5,3	5,9	7,0	7,9
G	Торговля оптовая и розничная	11,7	12,5	12,7	11,8	16,2	18,3	21,0
H	Транспортировка и хранение	5,8	6,2	6,7	6,3	7,6	9,2	10,8
I	Гостиницы общепит	0,7	0,8	0,9	0,7	1,0	1,2	1,5
J	Информация и связь	2,1	2,3	2,6	2,9	3,5	4,1	5,0
K	Финансы и страхование	3,6	4,0	4,3	5,1	6,5	6,1	8,1
L	Недвижимое имущество	8,3	8,8	9,6	10,0	12,6	15,5	16,1
M	Деятельность профессиональная, научная	3,7	3,8	4,4	4,8	5,2	6,2	7,1
N	Деятельность административная	2,0	2,0	2,2	2,2	2,6	3,1	3,6
O	Государственное управление	6,5	6,9	7,2	7,8	8,3	10,0	12,2
P	Образование	2,6	2,9	3,3	3,4	3,7	4,1	4,7
Q	Здравоохранение и социальные услуги	2,6	3,1	3,4	3,8	4,4	4,5	5,0
R	Культура, спорт, досуг	0,8	0,9	1,0	0,9	1,2	1,4	1,6
S	Прочие услуги	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7

Построим инерционный сценарий роста ВДС по отраслям. Для прогноза ВДС по отраслям проведем оценку CAGR (англ. *Compound Annual Growth Rate*, совокупный среднегодовой темп роста) предыдущих лет, и в модели экспоненциального роста спрогнозируем оценку ВДС по отраслям на последующие годы (в примере на период 2024–2030 гг.). Будем применять модель M19.

Результаты расчетов приведены в табл. 1.9.11 и на рис. 1.9.12. Отметим, что некоторые отрасли росли со значительно более высоким темпом, и при сохранении этих темпов именно эти отрасли дадут (могут дать) основной вклад в прирост суммарного ВВП.

Была выполнена группировка отраслей по двум признакам: размеру их вклада в ВВП страны и темпу прироста. В результате выделены группы отраслей по параметрам роста: его размеру («основные» – с приростом ВДС более 100 млрд руб. за 2011–2023 гг.) и темпу (высокий темп – более 2 %, низкий темп – от 1 % до 2 %, нет роста – менее 1 %).

По каждой отрасли сделан отдельный прогноз инерционного роста. На базе этого рассчитан прогноз суммарного прироста ВВП и среднегодовой темп прироста ВВП.

Результат расчета: среднегодовой темп прироста ВВП составляет $CAGR_{2023-2030, \text{инер}} = 2,08 \%$. Данный темп роста значительно превышает прежний темп роста, но недостаточен для достижения целевых значений.

В этом примере приведена иллюстрация возможных структурных сдвигов. Такой сценарий содержательно легко подвергнуть критике, ведь в каждой отрасли имеется много факторов, которые способны привести к отклонению развития от инерционного сценария: внешние воздействия, изменение курса валют, возможности экспорта и импорта, технологическое развитие и т. п.

Таблица 1.9.11

Инерционный сценарий роста отраслей (фрагмент)

Коды	Отрасль / показатель	Темп роста g_i, сценарий	2023 г.	2030 г.
	Валовой внутренний продукт в постоянных ценах 2021 г.	2,08 %	138 974	160 497
	Валовая добавленная стоимость в постоянных ценах 2021 г.	2,34 %	126 088	148 219
Раздел А	Сельское хозяйство	2,00 %	5 724	6 586
Раздел В	Добыча полезных ископаемых	0,82 %	15 869	16 798
Раздел С	Обрабатывающие производства	2,43 %	17 937	23 382
С 21	Производство лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях	8,59 %	559	995
С 24	Производство металлургическое	0,98 %	3 569	3 821
С 25	Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	12,61 %	1 540	3 537
С 26	Производство компьютеров, электронных и оптических изделий	7,18 %	946	1 537
С 27	Производство электрического оборудования	-2,54 %	344	287
С 28	Производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки	-2,92 %	532	432
С 30	Производство прочих транспортных средств и оборудования	2,92 %	910	1 113

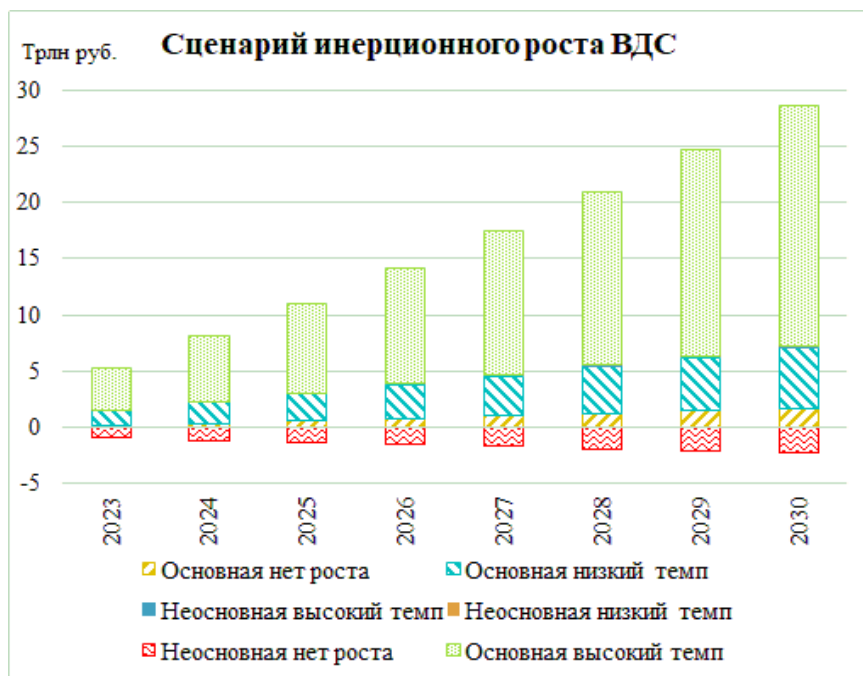


Рис. 1.9.12. Инерционный рост ВДС по группам роста
(в ценах 2021 г.)



1.9.7. Проработка факторов роста прогнозных показателей

Этап 7. Проработка модели и факторов роста прогнозных показателей.

На этом этапе предстоит выявить основные факторы успеха и показатели, изменения которых наиболее сильно влияют на конечный результат.

Рассмотрим сценарий ускоренного роста отраслей. Пусть известен темп роста g_i в инерционном сценарии и известно, что он недостаточен для того, чтобы достичь поставленных целей.

Возможны различные варианты ускорения роста относительно темпов роста в инерционном сценарии (вычислим необходимую прибавку темпов роста).

В примере рассматривается ускорение роста каждой отрасли на одинаковый процент Δg :

$$\Delta g_i = \Delta g,$$

где i – индекс отрасли,

$$CAGR_{2023-2030,i} = \Delta g_i + CAGR_{2023-2030,инер,i}.$$

Параметрические расчеты для данного сценария показали, что необходим прирост $\Delta g_i = 0,90\%$. Результаты расчета показаны на рис. 1.9.13 и в табл. 1.9.12.

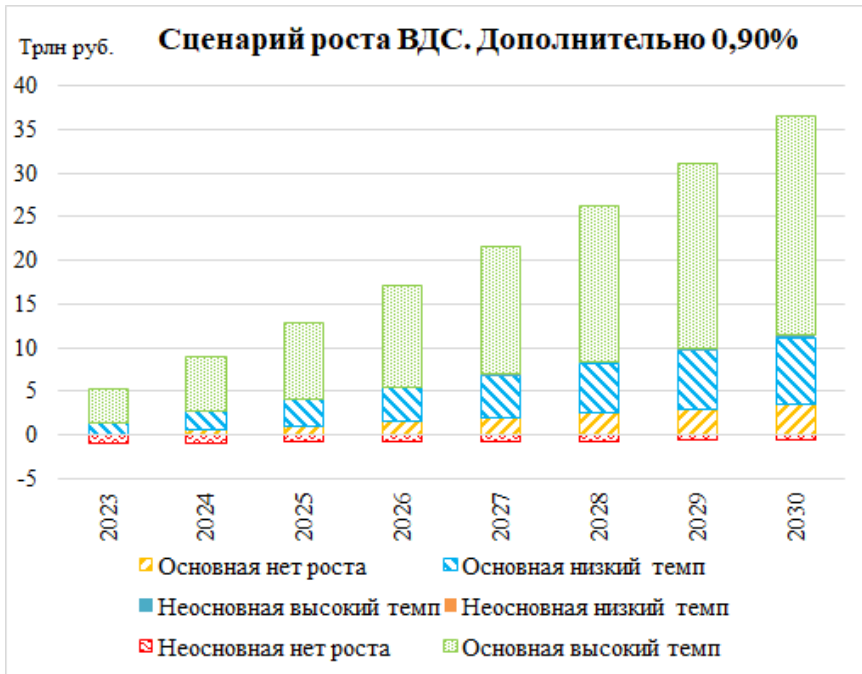


Рис. 1.9.13. Сценарий ускоренного роста ВДС по группам роста (в ценах 2021 г.)



Таблица 1.9.12

Сценарий ускоренного роста отраслей в двухуровневой системе.

Валовая добавленная стоимость в постоянных ценах 2021 г.,
млрд руб. (фрагмент)

Коды	Отрасль / показатель	Темп роста $g_i + \Delta g_i$, сценарий	2023 г.	2030 г.
	Валовой внутренний продукт в постоянных ценах	3,00 %	138 974	170 885
	Валовая добавленная стоимость в постоянных ценах	3,26 %	126 088	157 812
Раздел А	Сельское хозяйство	2,92 %	5 724	7 013
Раздел В	Добыча полезных ископаемых	1,72 %	15 869	17 886
Раздел С	Обрабатывающие производства	3,35 %	17 937	24 895
С 21	Производство лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях	9,57 %	559	1 059
С 24	Производство металлургическое	1,89 %	3 569	4 069
С 25	Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	13,62 %	1 540	3 766
С 26	Производство компьютеров, электронных и оптических изделий	8,14 %	946	1 636
С 27	Производство электрического оборудования	–1,66 %	344	306
С 28	Производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки	–2,04 %	532	460
С 30	Производство прочих транспортных средств и оборудования	3,85 %	910	1 185

1.9.8. Ресурсы

Этап 8. Оценка имеющихся и требуемых ресурсов.

Укрупненная оценка ресурсов, необходимых для развития, может проводиться в рамках моделей потребления ресурсов

$$\begin{aligned}
 A x &\leq B, \\
 x &\in X^0,
 \end{aligned}
 \tag{1.9.1}$$

где x – вектор целевых показателей, X^0 – множество их допустимых значений, A – матрица удельных показателей, B – вектор имеющихся ресурсов (ограничений).

В работах В.А. Ирикова, В.Н. Буркова [46], В.Н. Тренева на основе идей В.М. Глушкова [47, 48], В.С. Михалевича и В.Л. Волковича [49] рассматривается траекторный метод в рамках модели системной оптимизации. Данное направление не получило широкого распространения с переходом российской экономики к рыночным отношениям, однако в условиях ресурсных ограничений указанный метод может быть весьма полезным.

В 1990-е гг. основным дефицитным ресурсом были финансы, другие ресурсы стали избыточными или как минимум не дефицитными. Модель системной оптимизации в условиях заменимости ресурсов с финансовым эквивалентом сводилась к задаче одноресурсной оптимизации. В настоящее время развитие экономики требует учета ограничивающих ресурсов в явном виде, особенно принимая во внимание ограничения в международной торговле.

Математическую линейную модель траекторного метода системной оптимизации можно записать в следующем виде [50]:

$$\begin{aligned} \lambda &\rightarrow \max, \\ x &= \lambda x^{\text{ид}}, \\ x &\in X^0, \\ Ax &\leq B, \end{aligned} \tag{1.9.2}$$

где λ – степень достижения целевого значения точки идеала, $x^{\text{ид}}$ – точка идеала (вектор).

Решение задачи определяется поиском узкого места (дефицитного ресурса), которое сдерживает развитие всей системы. Математически решение можно записать в виде

$$\lambda^* = \min \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n\}, \tag{1.9.3}$$

$$\lambda_j = \frac{B_j^0}{B_j^{\text{ид}}} = \frac{B_j^0}{\sum_{i=1}^n a_{i,j} x_i^{\text{ид}}}, \quad j = 1, \dots, n, \tag{1.9.4}$$

где B_j^0 – наличие ресурса j -того вида, $B_j^{\text{ид}}$ – потребность в ресурсах j -того вида в точке идеала, $a_{i,j}$ – удельный показатель расхода ресурса, j – индекс ресурсов, i – индекс показателей.

На рис. 1.9.14 показан пример для двух переменных и трех ресурсов. По осям x_1 и x_2 – выбранные для анализа целевые показатели. Гиперплоскости потребляемых ресурсов задаются линиями 1, 2, 3 на графике.

Линия «0 – $X^{\text{ид}}$ » показывает целевую траекторию в линейном виде. Пересечения гиперплоскостей 1, 2, 3 с целевой траекторией показывают коэффициенты достижения целевого значения $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ в процентах (долях).

Отметим, что монотонно возрастающие гладкие нелинейные траектории можно аппроксимировать линейными приближениями, тогда задача построения нелинейной траектории сводится к линейной при контролируемой точности. Для наглядности ресурсы упорядочены по степени дефицитности.

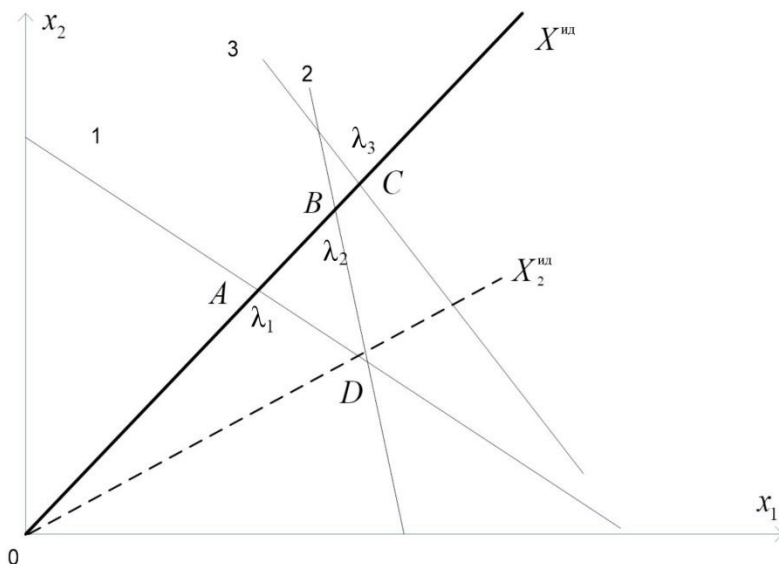


Рис. 1.9.14. Траекторный метод системной оптимизации

Первое ресурсное ограничение пересекает (ограничивает) траекторию в точке A с долей достижения цели λ_1 . Аналогично определяются точки B и C с долями достижения цели λ_2, λ_3 . Сдерживающим фактором является первое ограничение λ_1 в точке A как наименьшее среди остальных λ (формула 1.9.3).

Логика системной оптимизации заключается в том, что оптимизации доступны все параметры системы (фазовые, целевые, ограничивающие). Для увеличения значения λ^* рассматриваются следующие возможности:

- Использование дополнительного ресурса. Причем дополнительные ресурсы ΔB_2^1 и ΔB_3^1 не повлияют на λ^* (будут излишними), если не выделен дополнительный ресурс ΔB_1^1 .

- Обмен ресурсами: увеличение дефицитного ресурса ΔB_1^2 за счет недефицитного $\Delta B_j^2, j \neq 1$.

- Повышение эффективности путем изменения технологий. Учитывается в изменении (уменьшении) удельных норм расхода. В данном примере наиболее существенно сказывается уменьшение $a_{1,1}$.

– Изменение целевой точки (точки идеала). Например, уменьшение компоненты 2 в $X_2^{\text{ид}}$ (а это может быть цель второго уровня приоритета) примерно в два раза позволит продвинуться к точке D со значительным увеличением вероятности достижения общей цели.

Траекторный метод системной оптимизации можно применить для следующих ресурсов:

- В1. Инвестиции.
- В2. Кадры.
- В3. Энергоресурсы.
- В4. Ключевые виды сырья и материалов.
- В5. Земля.

Перечень ресурсов может быть расширен. Далее рассматриваются ресурсы В1 (инвестиции в основной капитал) и В2 (кадры).

Росстат определяет инвестиции в основной капитал как «совокупность затрат, направленных на строительство, реконструкцию (включая расширение и модернизацию) объектов, которые приводят к увеличению их первоначальной стоимости, приобретение машин, оборудования, транспортных средств, производственного и хозяйственного инвентаря, бухгалтерский учет которых осуществляется в порядке, установленном для учета вложений во внеоборотные активы, инвестиции в объекты интеллектуальной собственности (с 2013 г.); культивируемые биологические ресурсы»⁶.

Росстат выделяет также инвестиции в произведенные нефинансовые активы. Значение этого показателя составило от 1,0 до 2,3 % в период 2013–2023 гг. от значения показателя «Инвестиции в нефинансовые активы – всего», поэтому в данной работе его рассматривать не предполагается в связи с незначительностью.

Инвестиции в основной капитал включают следующие группировки⁷:

- Инвестиции в здания (кроме жилых) и сооружения.
- Инвестиции в жилые здания и помещения.

⁶ Инвестиции в основной капитал, методология. Основные понятия. Росстат. – URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/xoCyl4Ia/met-ok.pdf>. Дата обращения 15.04.2024.

⁷ Структура инвестиций в основной капитал, методология. Основные понятия. Росстат. – URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/ptVbsve8/met-str.pdf>. Дата обращения 15.04.2024.

- Инвестиции на улучшение земель.
- Инвестиции в машины, оборудование, транспортные средства.
- Инвестиции в объекты интеллектуальной собственности.
- Прочие инвестиции в основной капитал.

Обратим внимание, что в рамках термина «инвестиции» Росстат отдельно приводит информацию о вложениях (инвестициях) в оборотный капитал. В данной работе инвестиции в оборотный капитал не рассматриваются.

Анализ ВДС и инвестиций по видам деятельности (отраслям) должен обеспечить информацию о средних удельных инвестициях в прирост ВДС, а затем дать информацию о возможных отраслевых приоритетах.

В табл. 1.9.13 показана структура инвестиций в основной капитал⁸. Согласно представленным данным, 88 % инвестиций в основной капитал в 2023 г. можно отнести к производственным, а 12 % – к жилым зданиям и помещениям.

Далее для упрощения расчетов будем рассматривать все инвестиции как производственные. Для более детальных моделей можно разделить инвестиции на производственные, жилые и прочие по различным отраслям.

⁸ Инвестиции в основной капитал в Российской Федерации по видам основных фондов (в фактически действовавших ценах) с 2017 г. Росстат. – URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Inv-vf23.xlsx>. Дата обращения 15.04.2024.

Таблица 1.9.13

Инвестиции в основной капитал в Российской Федерации, трлн руб.

Наименование	Год						
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Инвестиции в основной капитал – всего	16,03	17,78	19,33	20,39	23,24	28,41	34,04
жилые здания и помещения	2,18	2,32	2,79	2,95	3,00	4,03	4,09
здания (кроме жилых) и сооружения, расходы на улучшение земель	7,01	7,54	7,42	7,64	8,59	11,42	13,55
машины, оборудование, включая хозяйственный инвентарь и другие объекты	5,41	6,28	7,15	7,57	9,17	9,90	11,75
объекты интеллектуальной собственности	0,44	0,56	0,63	0,82	1,03	1,32	1,79
прочие	0,99	1,08	1,34	1,41	1,45	1,75	2,85

Накопленные инвестиции формируют первоначальную стоимость основных средств (зданий и сооружений, оборудования), которая служит для производства продукции. И именно завершённое строительство с вводом основных средств позволяет выпускать продукцию.

В табл. 1.9.14 показаны инвестиции в основной капитал по видам экономической деятельности за 2023 г. (в ценах 2021 г.), и также удельные коэффициенты инвестиций $a_{1,j}$. Можно выделить капиталоемкие отрасли: обеспечение электрической энергией, водоснабжение, транспорт, а также некапиталоемкие: торговля, деятельность гостиниц и предприятий общественного питания, деятельность финансовая и страховая, государственное управление.

Таблица 1.9.14

Инвестиции в основной капитал в РФ по видам
экономической деятельности, 2023 г. (в ценах 2021 г.)

№	Вид экономической деятельности	Валовая добавленная стоимость, 2023 г., млрд руб.	Всего инвестиций в основной капитал, 2023 г., млрд руб.	Инвестиции / ВДС, доля
	Всего	126 088,3	27 432,3	0,218
A	Сельское хозяйство	5 723,6	1 238,7	0,216
B	Добыча полезных ископаемых	15 869,0	4 161,8	0,262
C	Обрабатывающие производства	17 937,2	4 051,7	0,226
D	Электроэнергия	2 985,2	1 493,9	0,500
E	Водоснабжение	573,3	343,1	0,598
F	Строительство	6 649,4	1 214,1	0,183
G	Торговля оптовая и розничная	15 047,2	877,6	0,058
H	Транспортировка и хранение	7 857,8	4 484,7	0,571
I	Гостиницы общепит	1 185,0	174,7	0,147
J	Информация и связь	3 861,3	1 019,4	0,264
K	Финансы и страхование	7 266,5	882,7	0,121
L	Недвижимое имущество	12 814,7	3 319,0	0,259
M	Деятельность профессиональная, научная	5 565,4	1 665,5	0,299
N	Деятельность административная	2 837,8	321,3	0,113
O	Государственное управление	9 673,7	552,2	0,057
P	Образование	3 794,3	601,0	0,158
Q	Здравоохранение и социальные услуги	4 149,3	614,4	0,148
R	Культура, спорт, досуг	1 257,5	366,1	0,291
S	Прочие услуги	584,9	43,7	0,075

Данные по среднегодовой численности занятых по видам экономической деятельности с 2017 года приводит Росстат⁹, см. табл. 1.9.15.

Таблица 1.9.15

Среднегодовая численность занятых по видам экономической деятельности с 2017 г. (ОКВЭД 2), тыс. чел.

№	Вид экономической деятельности	2017 г.	...	2022 г.	2023 г.
	Всего, из них по видам экономической деятельности:	71 843		71 217	72 912
A	Сельское хозяйство	5 075		4 466	4 408
B	Добыча полезных ископаемых	1 127		1 195	1 218
C	Обрабатывающие производства	10 173		10 003	10 317
D	Электроэнергия	1 633		1 560	1 554
E	Водоснабжение	746		706	702
F	Строительство	6 319		6 552	6 814
G	Торговля оптовая и розничная	13 686		13 251	13 391
H	Транспортировка и хранение	5 240		5 751	5 899
I	Гостиницы общепит	1 662		1 862	1 994
J	Информация и связь	1 447		1 619	1 757
K	Финансы и страхование	1 424		1 303	1 305
L	Недвижимое имущество	1 934		1 856	1 877
M	Деятельность профессиональная, научная	2 922		2 800	2 958
N	Деятельность административная	1 885		2 082	2 245

⁹ Среднегодовая численность занятых по видам экономической деятельности. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/05-05_2017-2023.xls. Дата обращения 15.11.2024.

№	Вид экономической деятельности	2017 г.	...	2022 г.	2023 г.
О	Государственное управление	3 703		3 595	3 543
Р	Образование	5 525		5 272	5 412
Q	Здравоохранение и социальные услуги	4 450		4 443	4 524
R	Культура, спорт, досуг	1 155		1 162	1 197
S	Прочие услуги	1 659		1 679	1 725

Оценка кадровых ресурсов на обеспечение роста может быть выполнена по средней производительности труда по отраслям.

На основании табл. 1.9.16¹⁰ можно рассчитать показатели $a_{2,j}$ удельных расходов ресурса 2 (труда), которые будут обратными к производительности труда. Например, $a_{2,B} = 1/13\,467$ тыс. руб./чел. по отрасли $j = \text{«В»}$ («Добыча полезных ископаемых») и $a_{2,J} = 1/577$ тыс. руб./чел. по отрасли $j = \text{«J»}$ («Деятельность гостиниц и предприятий общественного питания»).

Обратим внимание на значительное отличие значений параметров по различным видам деятельности. Виды деятельности с большой трудоемкостью (малой производительностью труда): водоснабжение, деятельность гостиниц и предприятий общественного питания, образование.

Виды деятельности с малой трудоемкостью (большой производительностью труда): добыча полезных ископаемых, деятельность финансовая и страховая, деятельность по операциям с недвижимым имуществом.

¹⁰ Приказ Минэкономразвития от 28 декабря 2018 г. № 748 «Об утверждении методики расчет показателей производительности труда предприятия, отрасли, субъекта Российской Федерации и методики расчета отдельных показателей национального проекта «Производительность труда и поддержка занятости»».

Таблица 1.9.16

Производительность труда (ПТ)
по добавленной стоимости (ДС) в ценах 2021 г., тыс. руб./чел.

№	Вид экономической деятельности	Год				CAGR, ПТ по ДС, %
		2017	...	2022	2023	
	Всего	1 554	...	1 705	1 729	1,80 %
A	Сельское хозяйство	995	...	1 281	1 298	4,54 %
B	Добыча полезных ископаемых	14 051	...	13 563	13 033	–1,25 %
C	Обрабатывающие производства	1 485	...	1 678	1 739	2,66 %
D	Электроэнергия	1 753	...	1 912	1 921	1,54 %
E	Водоснабжение	724	...	837	816	2,03 %
F	Строительство	906	...	952	976	1,25 %
G	Торговля оптовая и розничная	1 118	...	1 066	1 124	0,09 %
H	Транспортировка и хранение	1 442	...	1 324	1 332	–1,31 %
I	Гостиницы общепит	586	...	579	594	0,23 %
J	Информация и связь	1 852	...	2 174	2 198	2,90 %
K	Финансы и страхование	2 909	...	5 132	5 569	11,43 %
L	Недвижимое имущество	5 987	...	6 851	6 828	2,21 %
M	Деятельность профессиональная, научная	1 561	...	1 877	1 882	3,16 %
N	Деятельность административная	1 392	...	1 262	1 264	–1,60 %
O	Государственное управление	2 081	...	2 543	2 730	4,63 %
P	Образование	680	...	707	701	0,50 %
Q	Здравоохранение и социальные услуги	859	...	929	917	1,10 %
R	Культура, спорт, досуг	876	...	1 072	1 051	3,08 %
S	Прочие услуги	338	...	359	339	0,08 %

В табл. 1.9.17 показаны некоторые исходные данные для расчета: начальные данные, удельные коэффициенты по ресурсу В1 (инвестиции) и ресурсу В2 (кадры).

Таблица 1.9.17

Удельные коэффициенты по ресурсам, 2023 г. (в ценах 2021 г.).

№	Отрасль / показатель	ВДС, млрд руб.	$a_{1,j}$ Инвестиции / ВДС, руб. / руб.	$a_{2,j}$ Трудоем- кость (Числ./ ВДС), чел./млн руб.
	Всего	126 088	0,218	0,578
A	Сельское хозяйство	5 723,6	0,216	0,770
B	Добыча полезных ископаемых	15 869,0	0,262	0,077
C	Обрабатывающие производства	17 937,2	0,226	0,575
D	Электроэнергия	2 985,2	0,500	0,521
E	Водоснабжение	573,3	0,598	1,225
F	строительство	6 649,4	0,183	1,025
G	Торговля оптовая и розничная	15 047,2	0,058	0,890
H	Транспортировка и хранение	7 857,8	0,571	0,751
I	Гостиницы общепит	1 185,0	0,147	1,683
J	Информация и связь	3 861,3	0,264	0,455
K	Финансы и страхование	7 266,5	0,121	0,180
L	Недвижимое имущество	12 814,7	0,259	0,146
M	Деятельность профессиональная, научная	5 565,4	0,299	0,531
N	Деятельность административная	2 837,8	0,113	0,791
O	Государственное управление	9 673,7	0,057	0,366
P	Образование	3 794,3	0,158	1,426
Q	Здравоохранение и социальные услуги	4 149,3	0,148	1,090
R	Культура, спорт, досуг	1 257,5	0,291	0,952
S	Прочие услуги	584,9	0,075	2,949

Ниже в табл. 1.9.18 приведены расчеты оценки потребности в инвестициях в основной капитал для целевого и инерционного сценариев роста. Обратим внимание, что разница в оценке потребности в суммарных инвестициях в основной капитал в инерционном и целевом сценариях небольшая.

Таблица 1.9.18

Оценка потребности в инвестициях в основной капитал
для целевого сценария роста (в ценах 2021 г.), млрд руб.

№	Отрасль / показатель	2024 г., целевой сценарий	2030 г., целевой сценарий	Всего, целевой сценарий, 2024–2030 гг.	Всего, инерц. сценарий, 2024–2030 гг.
	Потребность в инвестициях в основной капитал, всего	28 334,3	33 764,0	216 499	208 692
A	Сельское хозяйство	1 273,5	1 516,9	9 745	9 394
B	Добыча полезных ископаемых	4 233,5	4 690,7	31 212	30 099
C	Обрабатывающие производства	4 328,8	5 551,2	34 303	33 051
D	Электроэнергия	1 508,2	1 597,3	10 867	10 482
E	Водоснабжение	347,0	370,0	2 508	2 419
F	Строительство	1 238,6	1 396,4	9 213	8 884
G	Торговля оптовая и розничная	880,3	899,9	6 229	6 010
H	Транспортировка и хранение	4 555,0	5 010,3	33 455	32 264
I	Гостиницы общепит	179,4	210,2	1 361	1 312
J	Информация и связь	1 091,7	1 567,7	9 155	8 815
K	Финансы и страхование	955,6	1 538,2	8 594	8 269
L	Недвижимое имущество	3 415,3	4 054,3	26 090	25 150
M	Деятельность профессиональная, научная	1 748,6	2 233,8	13 875	13 369
N	Деятельность административная	335,0	443,2	2 708	2 609
O	Государственное управление	572,7	712,8	4 484	4 321
P	Образование	607,0	644,6	4 380	4 225
Q	Здравоохранение и социальные услуги	628,0	709,5	4 676	4 509
R	Культура, спорт, досуг	391,0	561,3	3 293	3 171

№	Отрасль / показатель	2024 г., целевой сценарий	2030 г., целевой сценарий	Всего, целевой сценарий, 2024–2030 гг.	Всего, инерц. сценарий, 2024–2030 гг.
S	Прочие услуги	45,1	55,7	351	339

В табл. 1.9.19 показана оценка потребности в кадрах по видам деятельности. Оценка потребности в кадрах сделана на основании целевого сценария ВДС и производительности труда по отраслям:

$$B_{2,j}(t) = GVA_j(t) a_{2,j}(t),$$

$$a_{2,j}(t) = a_{2,j}(t-1)(1 + g_{a_{2,j}}), \quad (1.9.5)$$

где $B_{2,j}$ – численность занятых по отраслям, GVA_j – ВДС отрасли, $a_{2,j}$ – удельная трудоемкость по отраслям, $g_{a_{2,j}}$ – темп роста производительности труда, j – индекс отрасли, t – период времени.

Результаты расчетов показывают, что инерционный прогноз занятых демонстрирует незначительный рост $B_{2,j}(t)$ к 2030 г. (см. табл. 1.9.19).

Оценка потребности в кадрах для целевого сценария $B_{2,j}^u(t)$ показывает нехватку около 7 млн чел. к 2030 г. Можно выделить отрасли с особенно большим ожидаемым дефицитом кадров: обрабатывающие производства, торговля, деятельность в области информации и связи, деятельность административная.

Таблица 1.9.19

Оценка потребности в кадрах, тыс. чел.

№	Отрасль	2023 г.	2024 г., целевой сценарий	2030 г., целевой сценарий	Прирост, 2023– 2030 гг.
	Нехватка кадров		845	7 205	
	Всего, инерционный сценарий	72 912	72 949	74 868	1,027
	Всего, целевой сценарий	72 912	73 605	79 714	1,094
A	Сельское хозяйство	4 408	4 338	3 959	0,898
B	Добыча полезных ископаемых	1 218	1 254	1 498	1,230

№	Отрасль	2023 г.	2024 г., целевой сценарий	2030 г., целевой сценарий	Прирост, 2023– 2030 гг.
C	Обрабатывающие производства	10 317	10 471	11 913	1,155
D	Электроз энергия	1 554	1 545	1 494	0,961
E	Водоснабжение	702	696	659	0,939
F	Строительство	6 814	6 865	7 183	1,054
G	Торговля оптовая и розничная	13 391	13 418	13 632	1,018
H	Транспортировка и хранение	5 899	6 087	7 360	1,248
I	Гостиницы общепит	1 994	2 043	2 361	1,184
J	Информация и связь	1 757	1 834	2 514	1,431
K	Финансы и страхование	1 305	1 268	1 066	0,817
L	Недвижимое имущество	1 877	1 889	1 967	1,048
M	Деятельность профессиональная, научная	2 958	2 981	3 140	1,062
N	Деятельность административная	2 245	2 399	3 607	1,607
O	Государственное управление	3 543	3 512	3 331	0,940
P	Образование	5 412	5 439	5 605	1,036
Q	Здравоохранение и социальные услуги	4 524	4 560	4 785	1,058
R	Культура, спорт, досуг	1 197	1 209	1 329	1,110
S	Прочие услуги	1 725	1 797	2 311	1,340

1.9.9. Программы развития

Для реализации сценария ускоренного роста отраслей необходимо обнаружить связи целей и задач стратегий верхнего уровня с отраслевыми стратегиями (программами развития), в которых представлены мероприятия и соответствующие индикаторы.

В качестве примера более детально рассмотрим Стратегию развития фармацевтической промышленности». Она была проанализирована с помощью моделей М9 (Модель «цели – задачи – индикаторы») и М17 (Модели системной динамики), описание этих моделей см. в разделах 2.1, 2.2, 3.2.

Пример 3. Применение методики ИП на примере программы развития отрасли

Рассмотрим построение графа связей целей и задач СНБ РФ, связанных с развитием фармацевтической и медицинской промышленности (ФармМедПром) и системы здравоохранения, целевых показателей и индикаторов специализированных госпрограмм и нацпроектов (выборочно). На рис. 1.9.15 представлена взаимосвязь набора документов стратегического планирования, построенная по связям целей и задач СНБ РФ, относящихся к развитию ФармМедПром и системы здравоохранения.

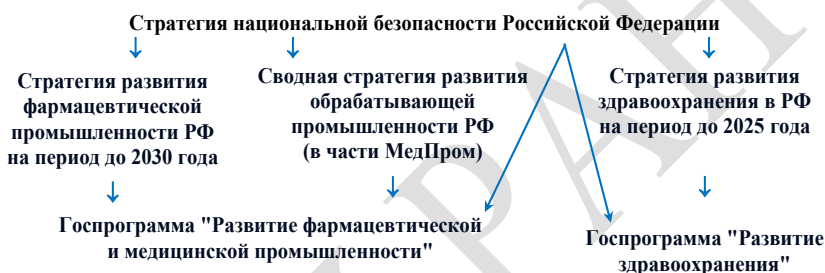


Рис. 1.9.15. Структура прослеживания целей и задач СНБ РФ

Из СНБ РФ выделены следующие задачи, связанные с развитием фармацевтической и медицинской промышленности:

- СНП5 «Экономическая безопасность»;
- П5-312 «расширение производства лекарственных средств и медицинских изделий».

Из графов связей целей и задач по СНП1, СНП5 и СНП6 формируются подграфы, связанные с указанными задачами развития ФармМедПром. На рис. 1.9.16 демонстрируется граф связей для СНП1 с выделением зоны задач П1-35 и П1-36 и их связей. Аналогично выделяются задачи и их связи в графах СНП5 и СНП6.

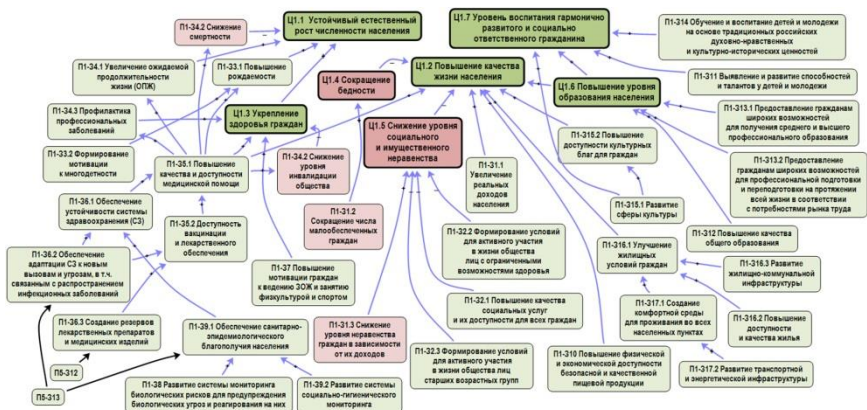


Рис. 1.9.16. Граф связей для СНП1 с выделением зоны задач П1-35 и П1-36 и их связей

На рис. 1.9.17 объединены подграфы выделенных задач развития ФармМедПром. Черные стрелки указывают на связи целей и задач между СНП1, СНП5 и СНП6. В овалах с красным контуром выделены задачи СНБ РФ, связанные с развитием ФармМедПром.

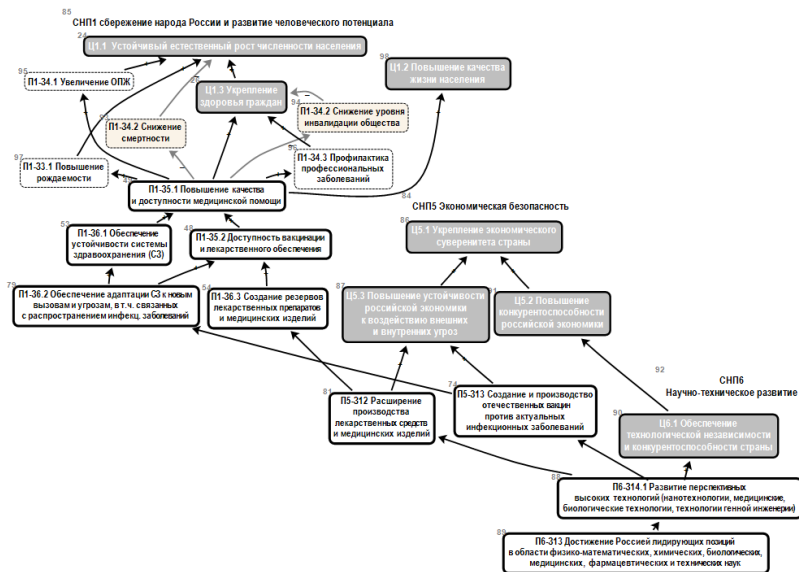


Рис. 1.9.17. Граф связей целей и задач развития ФармМедПром



Дальнейшее прослеживание по отраслевым документам СП развития ФармМедПром проведено с помощью модели системной динамики (М17).

Ключевые показатели Стратегии развития фармацевтической промышленности РФ на период до 2030 года (СРФП) приведены в табл. 1.9.20.

Таблица 1.9.20
Ключевые показатели развития ФармМедПром РФ до 2030 г.

Сценарий	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
I. Объем рынка лекарственных средств для медицинского применения в Российской Федерации на период до 2030 года (млрд. рублей)									
Консервативный	2250	2461	2658	2817	2930	3018	3109	3202	3298
Базовый	2250	2550	2805	3030	3211	3340	3473	3612	3757
II. Объем рынка лекарственных средств для медицинского применения в Российской Федерации на период до 2030 года (млрд. упаковок)									
Консервативный	5,11	5,29	5,31	5,31	5,32	5,32	5,32	5,32	5,32
Базовый	5,11	5,31	5,34	5,35	5,36	5,37	5,37	5,38	5,38
III. Доля лекарственных средств для медицинского применения, произведенных на территории Российской Федерации, в суммарном объеме потребления в денежном выражении на период до 2030 года (процентов)									
Консервативный	36,6	37	37,7	39,1	40,2	41,4	41,8	42,2	42,6
Базовый	36,6	37,3	37,9	39,3	40,4	41,5	41,9	42,3	42,7
IV. Доля лекарственных средств для медицинского применения, произведенных на территории Российской Федерации, в суммарном объеме потребления в натуральном выражении до 2030 года (процентов)									
Консервативный	61,8	61,8	62,2	62,6	63	63,3	63,5	63,7	63,8
Базовый	61,8	62,6	63,3	63,9	64,6	65,2	65,8	66,3	66,6
V. Объем экспорта лекарственных средств для медицинского применения, произведенных на территории Российской Федерации, в денежном выражении до 2030 года (млрд. долларов США)									
Консервативный	1,28	1,21	1,33	1,46	1,61	1,77	1,95	2,14	2,35
Базовый	1,28	1,56	1,87	2,05	2,26	2,5	2,74	3,1	3,4
VI. Объем производства на территории Российской Федерации лекарственных средств для медицинского применения до 2030 года (млрд. рублей) (ЦП6-ф)									
Консервативный	608	696	766	842	918	1001	1081	1167	1261
Базовый	608	721	808	904	990	1085	1177	1277	1385

Окончание таблицы 1.9.20

Сценарий	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
VII. Доля лекарственных средств для медицинского применения по перечню стратегически значимых лекарственных средств, производство которых должно быть обеспечено на территории Российской Федерации, утвержденному распоряжением Правительства Российской Федерации от 6 июля 2010 г. № 1141-р, производство которых осуществляется по полному производственному циклу, включая синтез фармацевтической субстанции, до 2030 года (процентов)									
Консервативный	67,44	67,91	68,84	70,7	71,63	73,49	74,42	75,35	76,74
Базовый	67,44	69,77	71,63	73,49	74,42	74,88	76,74	79,07	80

Рассмотрим пример проверки достижимости целей развития ФармМедПром с использованием модели системной динамики (М17).

Для проверки достижимости индикаторами заданных целевых значений строится модель их динамики в сложной системе прямых и обратных связей между собой и влияющими на них внешними факторами.

Построение модели системной динамики индикаторов развития фармацевтической промышленности описано в разделе 3.2.

По итогам рассмотренного примера можно сделать выводы, что:

- динамика, а значит и достижимость целевых значений индикаторами стратегического планирования существенно зависят от внешних факторов;

- в случае отрицательного прогноза по достижимости целевых значений могут быть подобраны критические комбинации сценариев воздействия на внешние факторы, при которых прогноз достижимости может быть улучшен.

Выводы по главе 1

Проведен обзор и осуществили систематизацию инструментов индикативного планирования. В ходе анализа были определены общие признаки существующих моделей ИП.

Разработана «сквозная» методика (этапы) индикативного планирования, установлено соответствие систематизированных в монографии моделей различным этапам индикативного планирования.

Три практических примера (анализ общего состояния системы индикативного планирования на федеральном уровне) могут принести практическую пользу для тех, кто хотел бы не только составлять документы, но и планировать результаты.

Приведенная методика «сквозного» индикативного планирования является инструментом решения задач:

- разработки и анализа программ;
- выбора направлений;
- рекомендаций по созданию ИТ-системы стратегического планирования, в том числе для сбора, моделирования и мониторинга индикативных показателей;
- расчета индикативных показателей по направлениям деятельности;

– выбора предпочтительных вариантов плана, управленческих решений и механизмов.

ИНТУРАН

Глава 2

Базовые модели индикативного планирования

В настоящей главе рассмотрим базовые (универсальные) модели индикативного планирования. В разделе 1.4 приведена систематизация моделей индикативного планирования, это самые часто используемые методики, к тому же они могут быть применены на уровне как страны, так и субъектов федерации, в различных отраслях и в отдельных компаниях. В разделе 1.8 представлена методика (этапы) индикативного планирования и установлено соответствие моделей каждому из этапов.

В этой главе будет уделено внимание подробному описанию следующих моделей, а также будут приведены примеры анализа стратегий развития страны в части экономической безопасности на примере фармацевтической и медицинской промышленности.

Напомним базовые модели ИП согласно классификации (см. раздел 1.4):

- M1 Модели агрегирования индикатора;
- M2 Модели декомпозиции индикатора;
- M3 Эконометрические модели;
- M4 Модели идентификации параметров;
- M5 Модели определения аналитических признаков индикаторов;
- M6 Модели взвешенного оценивания набора индикаторов;
- M7 Модели комплексного оценивания набора индикаторов;
- M8 Модели классификации отклонений фактических и плановых значений скалярного индикатора.

Отметим, что анализ стратегии развития в первую очередь требует использования модели декомпозиции цели (M9), в качестве вспомогательной используем модель на основе когнитивных карт (M31).

2.1. Модель «цели – задачи – индикаторы» (M9)

Название модели: модель «цели – задачи – индикаторы» (M9).

Функция: структуризация целей и задач на основе когнитивных карт на первом этапе методики индикативного планирования. Такая структуризация направлена на формирование графа причинно-следственных связей целей, задач, базовых индикаторов; часто к этим параметрам добавляются средства, ресурсы и мероприятия. На данном этапе выделяются типы критериев, вводятся наименования показателей и идентифицируются связи между параметрами.

Формирование структуры целей из сети документов СП заключается в последовательном извлечении целевых структур из документов, представляющих реализуемые стратегии, планы, программы государства, и их композиции, как было показано в Примере 2 (раздел 1.9). Полученный граф назовем графом стратегического планирования, который представляет процессы детализации целей на подцели (задачи) и ветвления по направлениям. Вершинами графа являются цели, подцели (задачи), связанные причинно-следственными отношениями. А узлам такого графа сопоставлены индикаторы. Средствами структурно-целевого анализа и анализа метрик графа реализуется анализ графа стратегического планирования с целью определения противоречий, избыточности, выделения независимых компонентов и решения других задач планирования. При этом применении средств визуализации становится возможным поддерживать задачи чтения графа стратегического планирования как сложной структурной схемы для поддержки аналитиков и экспертов. Следующей важной функцией такой структуризации является возможность организовать и структурировать количественную информацию, поддерживать выбор показателей, связанных с тем или иным целевым направлением, реализовывать поиск индикаторов и показателей и по соответствующим массивам количественной информации.

Необходимо отметить, что школа теории активных систем много лет занимается развитием методологии управления сложными организационными системами, и отдельным направлением является разработка механизмов согласованного планирования, учитывающих особенности коллективных процедур выбора целей и задач [51, 52]. Это направление тесно связано с решением задач управления комплексными программами, например, развития регионов или отраслей. [53, 54]

В Примере 2 продемонстрировано построение графа стратегического планирования на основе последовательной структуризации документов стратегического планирования, извлечены структуры целей и задач документов разных уровней и показана их композиции. В задачах индикативного планирования, реализующих стратегическое управление по утвержденным документам СП, граф связей параметров СНБ РФ является основой для формирования базы индикаторов по документам СП, связанных с целями и задачами СНБ РФ в сфере определенного целевого приоритета или в другой заданной набором целей целевой сфере. Выбор конкретных показателей и индикаторов (базовых индикаторов) и методов работы с ними зависит от специфики решаемых задач индикативного планирования.

Рекомендуется для использования на этапах ИП (согласно методике в разделе 1.7):

1. Целеполагание: формирование структуры целей и задач;
2. Формирование набора индикаторов;
15. Утверждение документов.

Область применения в системе ИП и (или) сценарного прогнозирования

1. Формирование системы индикаторов, которые имеют принципиально важное значение для социально-экономического развития РФ, и отслеживание по ним реализуемости целей и задач, поставленных в документе верхнего уровня СНБ РФ, и основному документу СЭБ РФ.

2. Построение графа связей параметров СНБ РФ направлено, в соответствии с его функциональным назначением, на обеспечение связанности результатов, формируемых системой индикативного планирования, с достижимостью целей и задач СНБ РФ.

3. Применение причинно-следственного подхода для систематизации и обеспечения согласованности параметров СНБ РФ с индикаторами связанных с ней документов стратегического планирования в области ЭБ.

Потенциальный пользователь

Аналитические службы госорганов, связанные со стратегическим и индикативным планированием, обеспечивающие подготовку документов для принятия решений; лица, принимающие решения по стратегическому планированию.

Уровень описываемого объекта: страна, регион, отрасль.

Методы работы с базовыми индикаторами

Граф связей параметров задает структуру и ключевые понятия для поиска и формирования базы индикаторов по документам стратегического планирования. Отбор и методы работы с базовыми индикаторами зависят от специфики решаемых задач индикативного планирования.

Описание модели

Любой документ СП определяет следующие параметры: цели, задачи и результаты [55]. *Цель* развития предмета СП – это его состояние, которое определяется участниками СП в качестве ориентира своей деятельности и характеризуется количественными и (или) качественными показателями; *задачи* – это подцели, которые должны быть достигнуты в определенный период времени и реализация которых обеспечивает достижение целей; результат – фактическое (достигнутое) состояние объекта СП, которое характеризуется количественными и (или) качественными показателями¹¹.

В парадигме программно-целевого подхода цели документов верхнего уровня раскрываются в задачах, а в документах нижнего уровня эти задачи должны лежать в основе целей для соответствующего подуровня.

То есть отношение преемственности раскрыто в правиле: цели (первого уровня) → задачи (первого уровня), задачи (первого уровня) → цели (второго уровня) →

¹¹ Данные определения обобщены применительно к любым объектам СП на основе определений целей, задач и результатов, введенных в Указе № 400. В частности, такой объект СП, как национальная безопасность, «обеспечивается путем достижения целей и решения задач, предусмотренных в рамках стратегических национальных приоритетов».

При этом на каждом уровне формируется система индикаторов, единицы и периодичность измерения которых соответствуют масштабу изменения, она служит обобщением набора индикаторов нижних уровней. При этом верхнеуровневым документом следует считать документ, охватывающий максимально широкий спектр направлений развития системы. Тогда формируется ветвление графа целей и задач типа «иерархия».

Анализ реальной структуры системы стратегических документов показывает, что отношение преемственности не порождает ветвление. А структура целей и задач ветвится от отношений целей верхнего к целям нижнего уровня, задачи верхнего уровня порождают дополнение к целям нижних уровней и т. п.

Цель в документе может быть представлена как вектор подцелей, с каждой из которых связан набор задач. Используя отношения «причина – следствие», можно сформировать граф целей и матрицы целей и задач, в которых на пересечении строки и столбца стоит $+/-1$, если соответствующие параметры связаны (монотонно/контрмонотонно).

Соответственно, чтобы найти преемственность целей в других документах, необходимо провести сегментацию по контексту, раскрытому в наборах подцелей и целей. Таким образом, задача формирования иерархии преемственности по целям сводится к задаче поиска сегментации текстов документов СП. Иерархия строится в этом случае по принципу от обобщения к конкретизации, при этом индикаторы должны быть найдены на каждом уровне.

В качестве примера преобразуем граф целей СНБ РФ, структурированных по СНП, с помощью алгоритма приведения графов целей и задач к двудольным графам. Отдельной интересной задачей является анализ метрик графовых структур для построения критериев полноты, согласованности и других, базирующихся на анализе визуальной ясности полученных структур (Рис. 2.1.1). Анализ таких сетевых структур позволит показать несбалансированность декомпозиций целей и задач, излишнюю детализацию, найти фрагменты для обобщения.

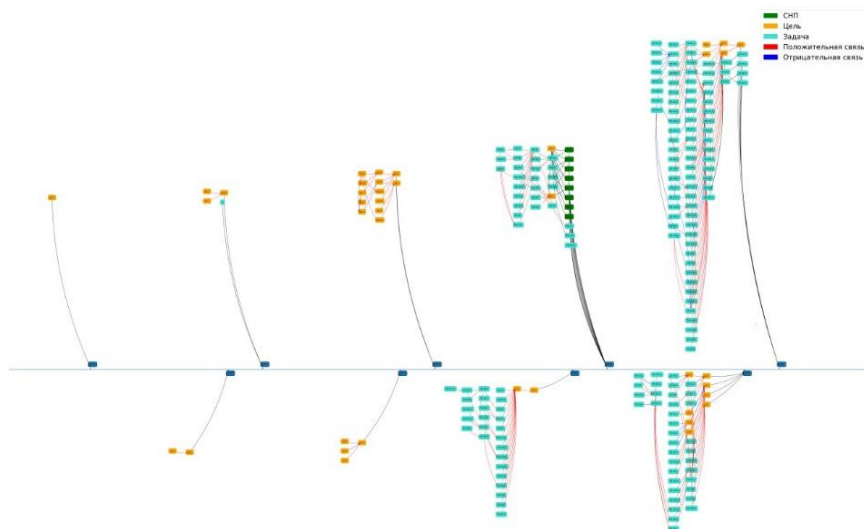


Рис. 2.1.1. Цели и задачи СНБ РФ
в двудольном представлении



На рис. 2.1.1 приведено сетевое представление графов целей и задач по национальным приоритетам. Визуальный предварительный анализ показывает, что даже на уровне одного документа (СНБ РФ) заметна перегруженность целеполагающих структур, иерархии далеки от формы трапеции или треугольника, т. е. ветвление целей и задач не происходит последовательно, когда «диаметр» нижних уровней меньше диаметра верхних уровней.

Дальнейшая композиция сети по системе документов СП показывает, что на уровне других документов, которые должны уточнять и конкретизировать верхнеуровневую систему целей и задач, будут появляться новые «ветки» и «деревья».

Проведенная структуризация на выборочных документах СП, изложенных в настоящей книге, показала, что структура целей в рассматриваемой системе стратегического планирования отличается от ожидаемой иерархии целей (дерева целей), достаточно распространенного способа представления о целях системы в виде дерева целей.

Дерево целей, предложенное классиками менеджмента и теории исследований операций Р. Акоффом и Ч. Черчменом для систематизации процедур планирования и принятия решений, – это структурированная, построенная по иерархическому принципу (распределенная по уровням, ранжированная) совокупность целей экономической системы, программы, плана, в которой выделены генеральная цель («вершина дерева»); подчиненные ей подцели первого, второго и последующего уровней («ветви дерева») [56].

Исследование структур таких сетей представляется весьма перспективной задачей, формальные метрики сетей можно будет применить к построению системы критериев согласованности, сбалансированности и соответствующих алгоритмов обнаружения некорректных элементов в системе СП.

Одним из условий обеспечения согласованности и сбалансированности документов СП, разрабатываемых на разных уровнях власти, является согласованность утверждаемых целей и задач деятельности различных органов власти, показателей достижения этих целей и решения этих задач.

Формирование графа связей параметров СНБ РФ предполагает работу с документом СП: СНБ РФ и связанными с ней документами. Данная работа относится к человеко-машинной деятельности, где эксперту¹² отводится решающая роль в силу того, что в его компетенции находится семантический (содержательный) анализ документов.

Результатом применения данной модели является формирование взаимосвязей документов по целям и задачам и далее формирование связей с мероприятиями и выделяемыми ресурсами со стороны системы управления. Так последовательное применение этой модели позволило сформировать взаимосвязь документов и «разметить» измеримые показатели по 16 документам СП по набору целей экономической безопасности (рис. 2.1.2).

¹² Здесь и далее под экспертом подразумевается специалист (индивидуальный или коллективный) в области СП, работающий над созданием документа СП, в том числе к таким специалистам относятся и привлекаемые эксперты.

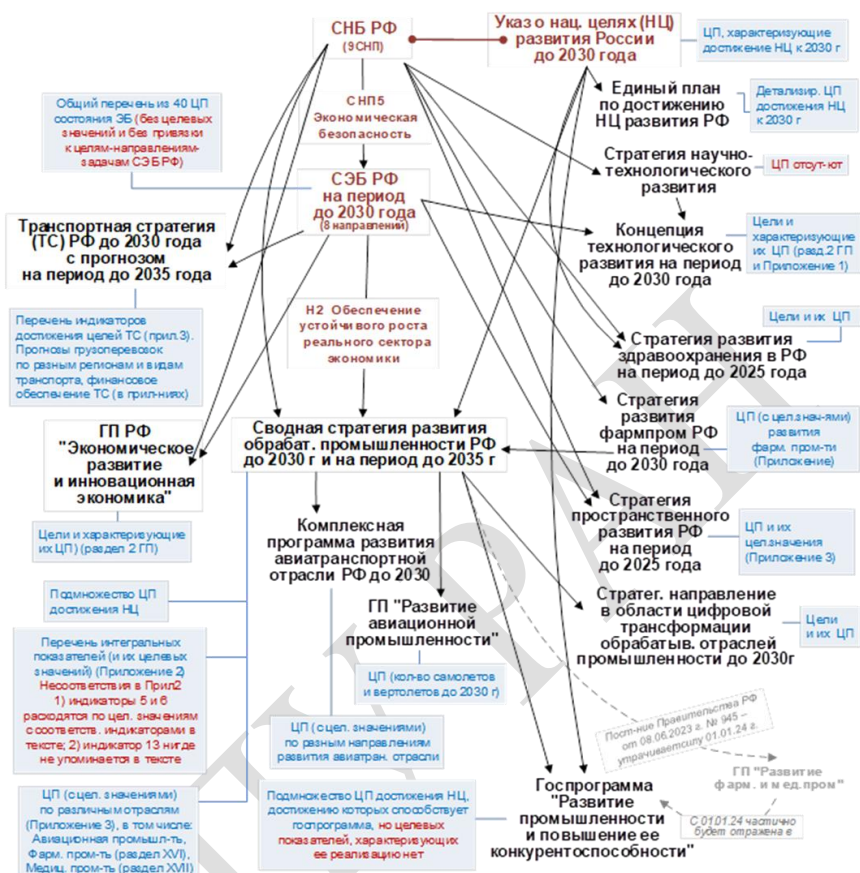


Рис. 2.1.2. Взаимосвязь документов по целям экономической безопасности.

Описание

Создание системы индикаторов является одним из наиболее важных этапов индикативного планирования. Для СНБ РФ на сегодня такая система индикаторов отсутствует (при том, что в документах, специализированных по отраслям стратегий, целевые показатели и индикаторы, как правило, введены). Для внедрения системы индикативного планирования на уровне экономической безопасности необходимо развитие подходов к формированию системы индикаторов на основе графа связей параметров СЭБ РФ.

В графе связей параметров определены два вида отношений.

– Отношения между целями и задачами НБ РФ отражают причинно-следственные влияния между ними, т. е. определяют «параметры – причины изменения параметров и следствий» в структуре графа. Такой вид отношений в структуре связей параметров СЭБ дает возможность анализа структуры при организации мониторинга связей графа (на основании МЗ1 «Модели стратегического мониторинга развития ситуаций социально-экономического развития на когнитивных картах»).

– Отношение между группой других ЦП и индикаторов документов СП и целью или задачей СНБ РФ определяет опосредованную согласованность первой группы с целью или задачей (или группой) СНБ РФ. Согласованность формируется в результате прослеживания преемственности целей и задач СНБ РФ в целях и задачах документа СП, достижимость которых отслеживается по группе ЦП и индикаторов в этом документе СП.

Пример 4. Формирование системы целей, задач и базовых индикаторов на примере СЭБ РФ

Методика формирования графа связей параметров СНБ РФ включает два основных этапа:

- систематизацию и структуризацию целей и задач СНБ РФ;
- прослеживание преемственности целей и задач в документах СП, связанных с СНБ РФ, до ЦП и индикаторов.

Этап 1. Систематизация. В ее основе лежит построение структуры причинно-следственных отношений между целями на основе концептуальной модели структуризации (см. рис. 2.1.3).

Исходное
представление
в СНБ РФ

Перечень стратегических
национальных приоритетов (СНП)

В рамках каждого СНП -
перечень целей и перечень задач,
направленных на достижение целей

Формализованное представление
в виде системы взаимосвязанных целей и задач
в рамках СНП СНБ РФ

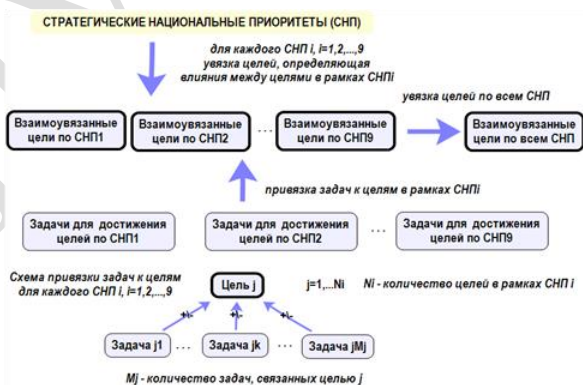


Рис. 2.1.3. Концептуальная модель структуризации параметров СНБ РФ

Формализация согласно предложенной концептуальной модели СНП: Цели $\Rightarrow$ Задачи (рис. 2.1.4). В рамках каждого СНП предполагается согласованность целей между собой и далее согласованность целей с задачами (и между задачами). Также допускается установление связей между целями (задачами), принадлежащими разным СНП, тем самым формируется общее представление графа связей по всем СНП.

Структура связей между параметрами СНБ РФ представляется в виде графа причинно-следственных отношений между ними (рис. 2.1.4).

На рис. 2.1.4 б) пунктирные стрелки указывают на возможные связи между задачами и целями разных СНП. Допускается, что в общем случае может быть несколько графов связей параметров СНБ РФ, если окажется, что цели и задачи в рамках каких-то СНП обособлены, т. е. не имеют связей с другими СНП.

Формируемая модель относится к классу слабо формализованных моделей. Вершинам графа приписывается цель (или задача) СНБ РФ. При этом исходные формулировки целей (задач) максимально сохраняются.

Допускается разбиение задач на составные компоненты в зависимости от возможного влияния этих компонент друг на друга или другие цели (задачи) СНБ РФ, а также исходя из охватываемых аспектов предметной области в формулировке задачи (например, экономика может затрагивать следующие аспекты: технологии, отрасли, рынки, кадры и т. п.).

Решение принимается экспертом (исходя из его опыта и на основе семантического разбора формулировки задачи).

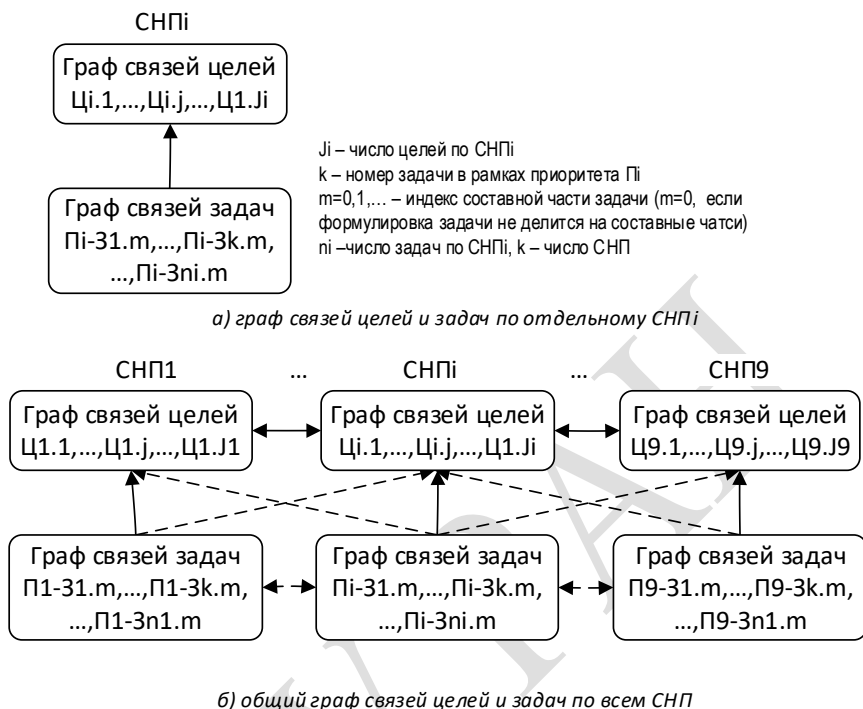


Рис. 2.1.4. Общая структура связей между параметрами СНБ РФ

При этом, чтобы не были потеряны связи с исходными формулировками (а также для организации поиска по графу), вводятся идентификаторы:

- для целей – идентификатор $Ц_{i,j}$, означающий j -ю цель в i -м СНП;
- для задач – идентификатор $Пi-3k.m$, где k – номер задачи в рамках приоритета $Пi$ (СНПи), $m=0, 1, \dots$ – индекс составной части задачи ($m=0$, если формулировка задачи не делится на составные части).

Например, задача П5-35: «обеспечение устойчивого развития реального сектора экономики, создание высокотехнологичных производств, новых отраслей экономики, рынков товаров и услуг на основе перспективных высоких технологий» (исходная формулировка задачи 5 в СНП5 – «Экономическая безопасность») разделена на четыре составляющие (деление на основе экспертной оценки) (см. рис. 2.1.5).



Рис. 2.1.5. Составляющие задачи П5-35

На четыре составляющих делится на основе семантического разбора и задача П5-36. Исходная формулировка задачи 6 в СНП5 «Экономическая безопасность» – «повышение производительности труда путем модернизации промышленных предприятий и инфраструктуры, цифровизации, использования технологий искусственного интеллекта, создания высокотехнологичных рабочих мест» (рис. 2.1.6).



Рис. 2.1.6. Составляющие задачи П5-36

Исходя из семантического анализа формулировки задачи 6, можно сделать вывод, что на повышение производительности труда влияют две его компоненты: П5-36.2 и П5-36.3 (тем самым уже явно прослеживается связь между этими компонентами в исходной формулировке).

Дугам графа связей приписываются отношения причинно-следственного влияния, которые устанавливаются специалистом исходя из опыта и знания предметной области, а также с учетом семантического анализа исходных формулировок.

В табл. 2.1.1 приведены элементы визуального языка (и их семантика) для представления структуры отношений между параметрами, отражающими цели и задачи СНБ РФ. Примеры прочтения семантики отношения между параметрами после формализации приведены в табл. 2.1.2.

Пример представления структуры причинно-следственных отношений между целями СНП1 «Сбережение народа России и развитие человеческого потенциала» приведен на рис. 2.1.4; на рис. 2.1.5 – граф связей (общая структура) всех целей СНБ РФ.

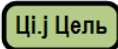
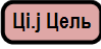
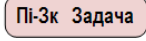
Дальнейшая структуризация параметров СНБ РФ затрагивает согласованность задач с целями в рамках отдельных СНП. Обеспечение согласованности проводится аналогично целям с использованием языка визуализации (см. табл. 2.1.1).

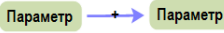
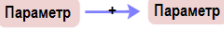
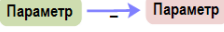
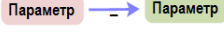
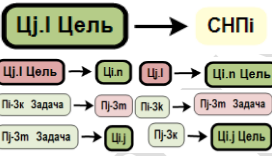
Граф связей целей и задач в рамках СНП1 «Сбережение народа России и развитие человеческого капитала» приведен на рис. 2.1.6.



Таблица 2.1.1

Описание элементов визуального языка представления структуры параметров в реализованной ИТ-системе моделирования

Элемент визуализации	Интерпретация
Формулировка СНП _і	Формулировка СНП или его идентификатор
 	Формулировка j-й цели в рамках i-го СНП. В овале зеленого цвета параметр, для которого благоприятным является изменение типа «рост (увеличение, улучшение и т. п.)». В розовом овале параметр, для которого благоприятным является изменение типа «снижение (уменьшение, преодоление и т. п.)».
 	Формулировка k-й задачи, связанной с i-м СНП. Интерпретация расцветки овалов для задачи аналогична расцветке овалов для целей.
Причина $\rightarrow$ Следствие	Интерпретация характера связи: направленная стрелка отражает отношение причинно-следственного влияния между парой параметров.

Элемент визуализации	Интерпретация
(а)  (б)  (в)  (г) 	Возможные типы связей «+/-» (а) и (б) – однонаправленное изменение «+»: «параметр-следствие» изменяется в том же направлении, что и «параметр-причина» (возбуждающая (усиливающая, ускоряющая) связь) при прочих равных условиях; (в) и (г) – разнонаправленное изменение «-»: «параметр-следствие» изменяется в противоположном от изменения параметра-причины направлении (уменьшающая (тормозящая, замедляющая, противодействующая) связь) при прочих равных условиях. Ограничение. Параметр, отражающий цель, не может быть причиной изменения задачи в рамках документа. Остальные сочетания – цель → цель, задача → цель, задача → задача – допустимы.
	Если есть связи между целями (задачами) разных СНП, а также их связи с СНП, то эти связи обозначаются соответствующими идентификаторами СНП, целей и (или) задач. Знак на стрелках не ставится, но окраска овалов связанных параметров раскрывает интерпретацию связи (см. строку 4).

Предлагаемый визуальный язык предварительный; допускается его доработка на этапе реализации предлагаемого подхода в случае продолжения работ по созданию системы СП.



Таблица 2.1.2

Примеры чтения связей

Связь	Интерпретация
Ц1.6 Повышение уровня образования населения → Ц1.2 Повышение качества жизни	⇒ Повышение (снижение) уровня образования способствует повышению (снижению) качества жизни
Ц1.4 Сокращение бедности → Ц1.2 Повышение качества жизни	⇒ Сокращение (рост) бедности способствует повышению (снижению) качества жизни
П5-317.3 Преодоление зависимости в финансовой сфере от третьих стран → П5-317.1 Укрепление финансовой системы РФ и ее суверенитета	⇒ Преодоление (усиление) зависимости в финансовой сфере от третьих стран способствует укреплению (ослаблению) финансовой системы РФ и ее суверенитета
П5-318 Сокращение использования доллара США при осуществлении внешнеэкономической деятельности → П5-317.3 Преодоление зависимости в финансовой сфере от третьих стран	⇒ Сокращение (увеличение) использования доллара США при осуществлении внешнеэкономической деятельности способствует преодолению (усилению) зависимости в финансовой сфере от третьих стран

Исходная формулировка

«Целями государственной политики в сфере сбережения народа России и развития человеческого потенциала являются устойчивый естественный рост численности и повышение качества жизни населения, укрепление здоровья граждан, сокращение бедности, снижение уровня социального и имущественного неравенства, повышение уровня образования населения, воспитание гармонично развитого и социально ответственного гражданина»

Формализация

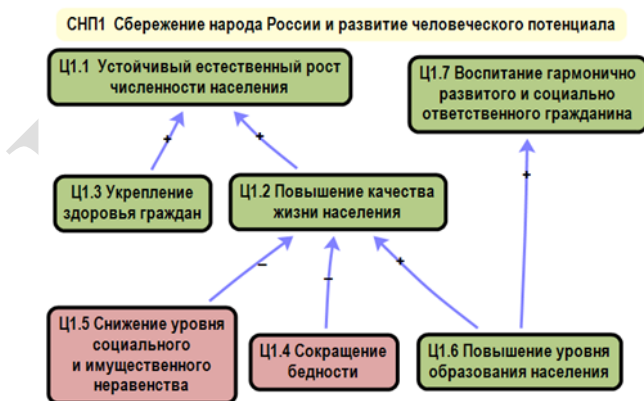


Рис. 2.1.7. Структура причинно-следственных отношений между целями СНП1



КНИЖКА

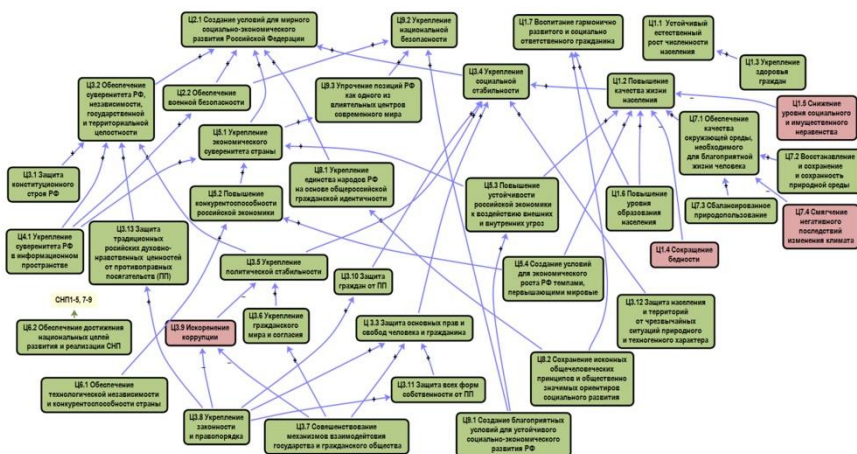


Рис. 2.1.8. Граф связей (общая структура) всех целей СНБ РФ

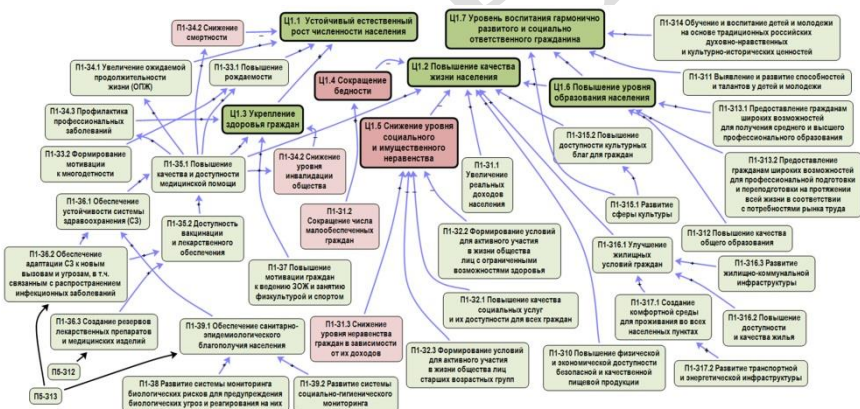


Рис. 2.1.9. Граф связей целей и задач в рамках СНП



Сформированная структура в виде графа связей между целями и задачами СНБ РФ (рис. 2.1.8 и 2.1.9) позволяет прослеживать цепочки влияния параметров внутри документа, выделять подграфы

связанных между собой параметров для последующего прослеживания в других документах, проводить мониторинг связей.

Этап 2. Прослеживание до целевых показателей и индикаторов.

В СНБ РФ отсутствуют ЦП и индикаторы, по которым может оцениваться достижимость поставленных целей и задач НБ РФ.

Для решения этой проблемы предлагается прослеживание по документам СП, связанным с СНБ РФ, ЦП и индикаторов и обеспечение их согласованности с целями и (или) задачами НБ РФ.

Прослеживание таких связей обеспечивается через установление преемственности целей и (или) задач СНБ РФ в целях и задачах, связанных документами СП, для которых определены в этих документах ЦП и индикаторы. В результате граф причинно-следственных влияний целей и задач СНБ РФ наращивается группами ЦП и индикаторов.

Общая структура графа связей между параметрами СНБ РФ с привязкой ЦП и индикаторов (ЦП/И) приведена на рис. 2.1.10. В результате прослеживания формируется база ЦП и индикаторов документов стратегического планирования, связанных с целями и задачами СНБ РФ, как основа для решения задач индикативного планирования.

При этом в базе ЦП может обеспечиваться группировка ЦП и индикаторов по признаку соотнесения групп ЦП и индикаторов в результате прослеживания:

- к отдельной цели или задаче в графе причинно-следственных влияний;
- к группе целей и задач, образующих подграф связей между собой в общем графе.

Также фиксируются случаи отсутствия обеспеченности ЦП и индикаторами целей и задач СНБ РФ.

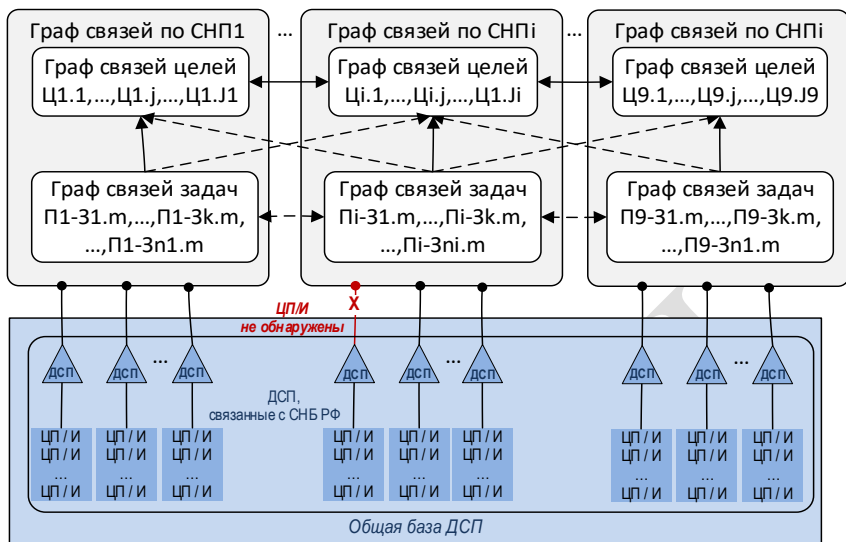


Рис. 2.1.10. Структура графа связей целей и задач
СНБ РФ с привязкой ЦП и индикаторов документов СП



Поиск и выбор документов СП для прослеживания определяется исходя из семантического анализа выбранной цели или задачи СНБ РФ (или группы целей и задач), в формулировке которой отражаются различные аспекты предметной области (описываемого объекта; в частности, в данном случае – НБ и устойчивое социально-экономическое развитие страны). Также к рассмотрению рекурсивно привлекаются документы СП, которые упоминаются в уже выбранных для анализа документах.

Ниже в подразделе «Пример 5» приведено прослеживание в рамках отдельной задачи 5 (развитие реального сектора экономики) в СНП5 «Экономическая безопасность» СНБ РФ.

Прослеживание целей и задач СНБ РФ в связанных документах проводится по критерию преобладания $K_{пр}(Pi, Pi+1)$.

По виду представления критерия $K_{пр}(Pi, Pi+1)$ является слабо формализованным. Это значит, что критерий $K_{пр}(Pi, Pi+1)$ представляется в виде словесного шаблона (схемы), который в логическом смысле является предикатом со свободными параметрами $Pi, Pi+1$. При подстановке вместо $Pi, Pi+1$ конкретных значений параметров

$P'i$, $P'i+1$ получается высказывание $K_{пр}(P'i, P'i+1)$, истинность которого означает соответствие $K_{пр}$.

Критерий $K_{пр}$ выполняется, если $P'i+1$: цель (или задача) из документа уровня $i+1$ является преемником $P'i$: цели (или задачи) документа уровня i .

Преемственность означает, что специалист подтверждает, что параметр $P'i$: цель (или задача) соответствует по смыслу $P'i+1$: цели (или задачи), даже если формулировки этих показателей имеют различия (различия могут быть разной степени, но важно, чтобы содержательные смыслы формулировок сопоставляемых параметров были близки или совпадали).

Таким образом, преемственность по параметрам может быть:

- очевидная (явная), когда формулировки сопоставляемых параметров из разных документов практически совпадают;
- или условная (неочевидная).

Условная преемственность означает, что формулировки сопоставляемых параметров имеют существенные различия, но исходя из опыта и знания предметной области специалист в различных формулировках сопоставляемых параметров «улавливает» сходство содержательных смыслов, в противном случае фиксируется отсутствие преемственности между сопоставляемыми параметрами. В сложных случаях оценки условной преемственности рекомендуется групповое согласование между специалистами и экспертами.

Необходима инструментальная поддержка прослеживания преемственности из-за трудоемкости процесса прослеживания, так как документов СП много, и они, как правило, включают объемные перечни целей и задач.

В упрощенной реализации инструмент может обеспечивать по запросу специалиста (по ключевым словам) направленный поиск, во-первых, по графу связей параметров, и, во-вторых, по тексту выбранного документа СП, по базе документов СП, в которой уже выделены параметры (цели, задачи, мероприятия) прослеживаемого документа СП.

На рис. 2.1.11 приведено несколько примеров прослеживания преемственности целей (и задач) СНБ РФ в целях Стратегии экономической безопасности РФ (СЭБ РФ) [57]. Прямоугольниками выделены примеры явной преемственности, остальные – условная преемственность.

СНБ РФ СНП5: Экономическая безопасность – Цели	СЭБ РФ Цели
Ц5.1 Укрепление экономического суверенитета страны Ц5.2 Повышение конкурентоспособности российской экономики Ц5.3 Повышение устойчивости российской экономики к воздействию внешних и внутренних угроз	Укрепление экономического суверенитета Российской Федерации Повышение конкурентоспособности экономики Повышение устойчивости экономики к воздействию внешних и внутренних вызовов и угроз
Ц5.4 Создание условий для экономического роста РФ темпами, превышающими мировые СНП1: Сбережение народа России и развитие человеческого капитала – Цель	Обеспечение экономического роста, поддержание научно-технического потенциала развития экономики на мировом уровне
Ц1.2 Повышение качества жизни населения	Повышение уровня и улучшение качества жизни
СНП5: Экономическая безопасность – Задача П5-311.1 Модернизация производственной базы организаций ОПК СНП2: Оборона страны – Задача П2-36.2 Нарастивание оборонного потенциала	Поддержание потенциала отечественного ОПК на уровне, необходимом для решения задач военно-экономического обеспечения обороны страны

Рис. 2.1.11. Примеры оценки преемственности целей (и задач) СНБ РФ в целях СЭБ РФ

Правила фиксации промежуточных результатов процесса прослеживания (движения от выбранной цели и задачи СНБ РФ до индикаторов по параметрам документа СП i -го уровня и далее по другим документам того же уровня или более низкого уровня относительно документа СП i -го уровня) в этом разделе не регламентируются. Рекомендуется графическое представление «колодца» прослеживания по разным уровням документов СП.

Важно отметить, что в ходе прослеживания сверху (от выбранного i -го параметра в графе связей) вниз по документу СП может

формироваться расширение подмножества прослеживаемых параметров графа, т. е. осуществляется формирование подграфа, относительно которого уже в некотором документе прослеживается преемственность. Такая ситуация отражена ниже в демонстрационном примере, где прослеживание начиналось с задачи 5 СНП5 СНБ РФ, а в конце прослеживания в госпрограммах уже были выделены несколько задач СНП5, с которыми связана реализация госпрограмм.

Примечание. Дополнительно проведены оценки связанности целей и задач СНБ РФ с Указом № 474 и их целевыми показателями. Актуальность таких оценок обусловлена тем, что во многих документах СП цели верхнего уровня, для достижения которых в документах сформулированы задачи, мероприятия, КП и индикаторы, определяются исходя из НЦР. Таким образом, оценка связанности целей и задач СНБ РФ с ЦП НЦР позволяет опосредованно проследить индикаторы, которые отражают реализацию НЦР, соотнесенных с этими целями и задачами.

Пример 5. Формирование системы целей, задач и базовых индикаторов на примере развития реального сектора экономики

Рассмотрим пример прослеживания в рамках отдельно выделенной задачи П5-35 из СНБ РФ в связанных документах СП СНБ РФ.

Задача П5-35: «обеспечение устойчивого развития реального сектора экономики, создание высокотехнологичных производств, новых отраслей экономики, рынков товаров и услуг на основе перспективных высоких технологий» (Стратегический национальный приоритет СНП5 «Экономическая безопасность», СНБ РФ).

Прослеживание задачи П5-35 СНБ РФ в «Стратегии экономической безопасности РФ (СЭБ РФ)» до индикаторов:

Выделяем задачу в графе связей целей и задач в рамках СНП5 СНБ РФ (см. рис. 2.1.3).

Прослеживаем задачу П5 35: (П5-35.1– П5-35.4) в СЭБ РФ (см. табл. 1.9.20 раздела 1.9).

Задача П5-35 прослеживается в СЭБ РФ в направлении 2 (Н2) (и частично в направлении 3 (Н3)) достижения целей СЭБ РФ.

Прослеживание ЦП (индикаторов), характеризующих реализацию СЭБ РФ по направлению Н2.

Явное прослеживание невозможно вследствие отсутствия в СЭБ РФ привязки ЦП к целям, направлениям и задачам, так как этот документ содержит только общий перечень из 40 целевых показателей. В табл. 1.9.20 раздела 1.9 приведена экспертная оценка привязки ЦП к направлению 2 (и некоторым его задачам).

Результат прослеживания по СЭБ РФ приведен на рис. 2.1.12, 2.1.13.



Рис. 2.1.12. Привязка ЦП экономической безопасности к направлению 2



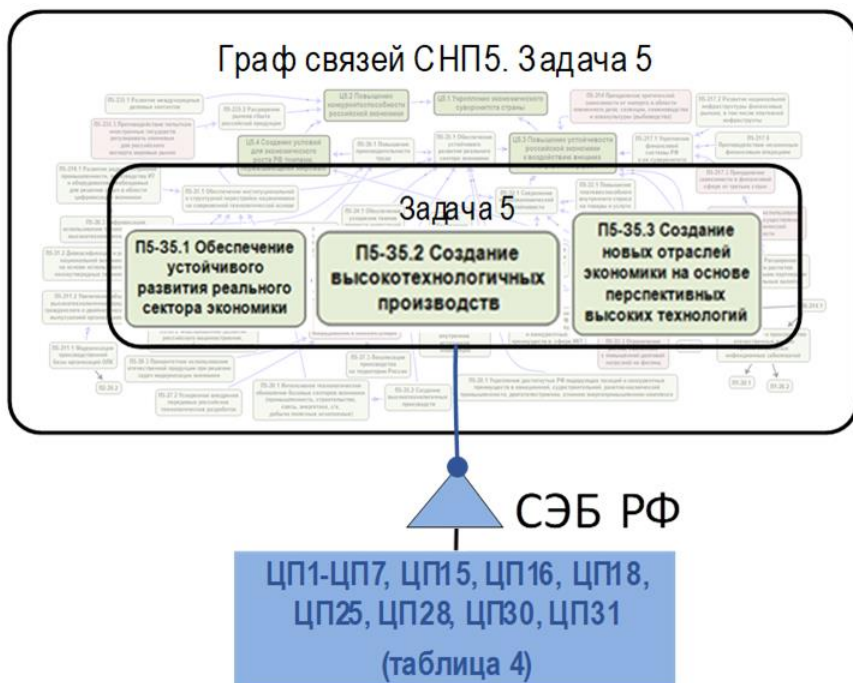


Рис. 2.1.13. Проследивание связей задачи П5-35 с ЦП СЭБ РФ

Проведенный анализ по проследиванию показал, что в СЭБ РФ отсутствует привязка ЦП к конкретным целям и задачам (проведена экспертная оценка привязки ЦП); при этом по ЦП отсутствуют целевые значения и предельно допустимые (критические) значения на период реализации СЭБ РФ.

Проследивание ЦП (индикаторов), связанных с задачей 5 СНБ РФ и направлением 2 СЭБ РФ в Сводной стратегии развития обрабатывающей промышленности (СвС) [58] и документе «Стратегическое направление в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности» (СН ЦТ) [59].

1. Выделение в СвС системы целей (задач) и связанных с ней ЦП (см. рис. 2.1.14).

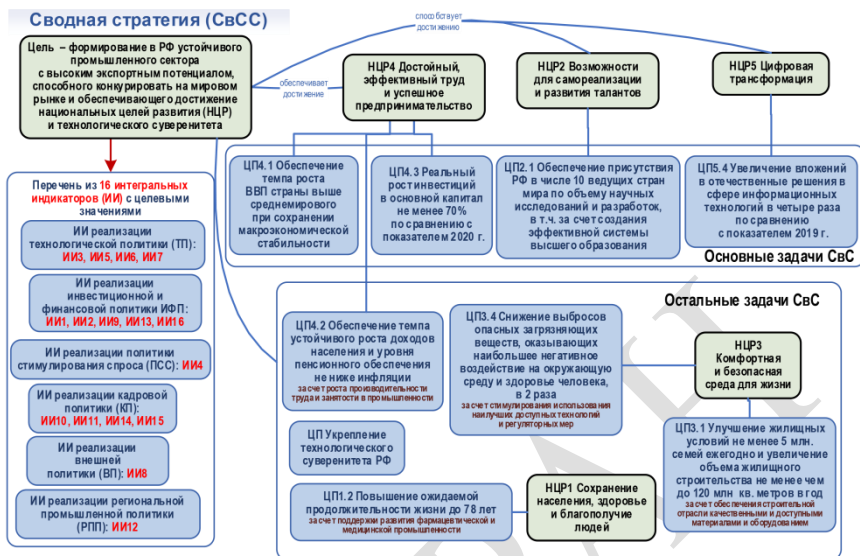


Рис. 2.1.14. Система целей и задач, связанных с ними ЦП и индикаторов СвС



Показателем достижения общей цели СвС является достижение значений интегральных индикаторов, представленных в табл. 2.1.3. Эти индикаторы устанавливаются в качестве показателей решения задач (достижения национальных целей) и дополнительных показателей реализации мероприятий.

2. Привязка ЦП и интегральных индикаторов к задачам СвС и обеспечение их согласованности с задачей 5 СНБ РФ. На рис. 2.1.15 приведена привязка (1) групп интегральных индикаторов (по видам проводимой политики) к задачам СвС (экспертная оценка) и привязка к ЦП на уровне отдельных отраслей, влияющих на реализацию задач. Обеспечение согласованности цели СвС с верхним уровнем прослеживания (рис. 2.1.12) через направление 2 СЭБ РФ, в том числе через задачу Н2-33 документа СЭБ РФ.

Виды политики реализации СвС, для которых определены соответствующие интегральные индикаторы: «Технологическая политика» (ТП), «Инвестиционная и финансовая политика» (ИФП), «Кадровая политика» (КП), «Политика стимулирования спроса» (ПСС),

«Внешнеторговая политика» (ВП), «Региональная промышленная политика» (РПП).

ИНТУРАН

Таблица 2.1.3

Некоторые интегральные индикаторы СвС

Наименование интегрального индикатора (ИИ)		Вид политики	Значения интегральных индикаторов по годам реализации СвС				
			2020	2023	2024	2030	2035
ИИ1	Индекс производства обрабатывающей промышленности (ОП), в % к базовому 2019 г.	ИФП	101,3	108,3	110,4	123,8	155
ИИ3	Доля предприятий ОП, осуществляющих технологические инновации, %	ТП	29	28	30	40	45
ИИ4	Индекс производства по высокотехнологичным обрабатывающим видам экономической деятельности, в % к базовому 2019 г.	ПСС	110,7	110	110	153	250
ИИ5	Внутренние затраты на развитие цифровой экономики, в % от ВДС ОП	ТП	1,3	3,6	4,3	5,1	5,1
ИИ7	Количество отечественных технологий, используемых организациями реального сектора экономики, тыс. ед.	ТП	166	173	177	203	218
ИИ8	Объем экспорта товаров отраслей промышленности (в сопоставимых ценах), млрд долл. США (в ценах 2020 г.)	ВП	110,7	90	94	145,9	185,9
ИИ9	Соотношение инвестиций в основной капитал и ВДС ОП, %	ИФП	21,5	20	22	25	27
ИИ10	Доля компаний, не испытывающих проблем с поиском квалифицированных работников, %	КП	30	40	45	50	60
ИИ11	Среднегодовая численность занятых в ОП, тыс. чел.	КП	7888	8150	8140	8033	7987
ИИ15	Темпы роста заработной платы в ОП, в % к базовому году (накопленным итогом)	КП	104,4	149,6	165,4	264,3	370,3

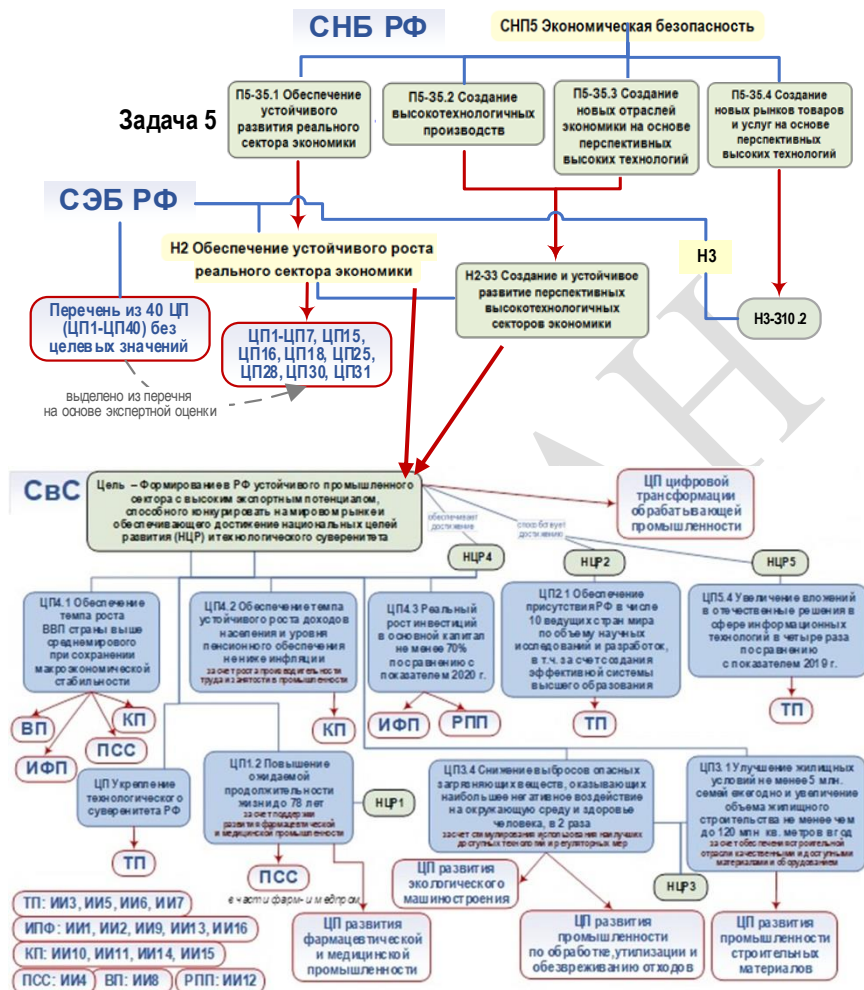


Рис. 2.1.15. Структура (колодец) прослеживания ЦП (индикаторов), связанных с задачей 5 СНП5 в СНБ РФ и направлением 2 СЭБ РФ



На рис. 2.1.15 в красных овалах приведены ИИ и ЦП, связанные с достижением задач СВС.

3. Дальнейшее прослеживание в СвС по ЦП развития отдельных отраслей: фармацевтической и медицинской промышленности, экологического машиностроения, промышленности строительных материалов, промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов (см. рис. 2.1.16).

В СвС ЦП развития фармацевтической промышленности дублируются из Стратегии развития фармацевтической промышленности (СтрФарм) [60].

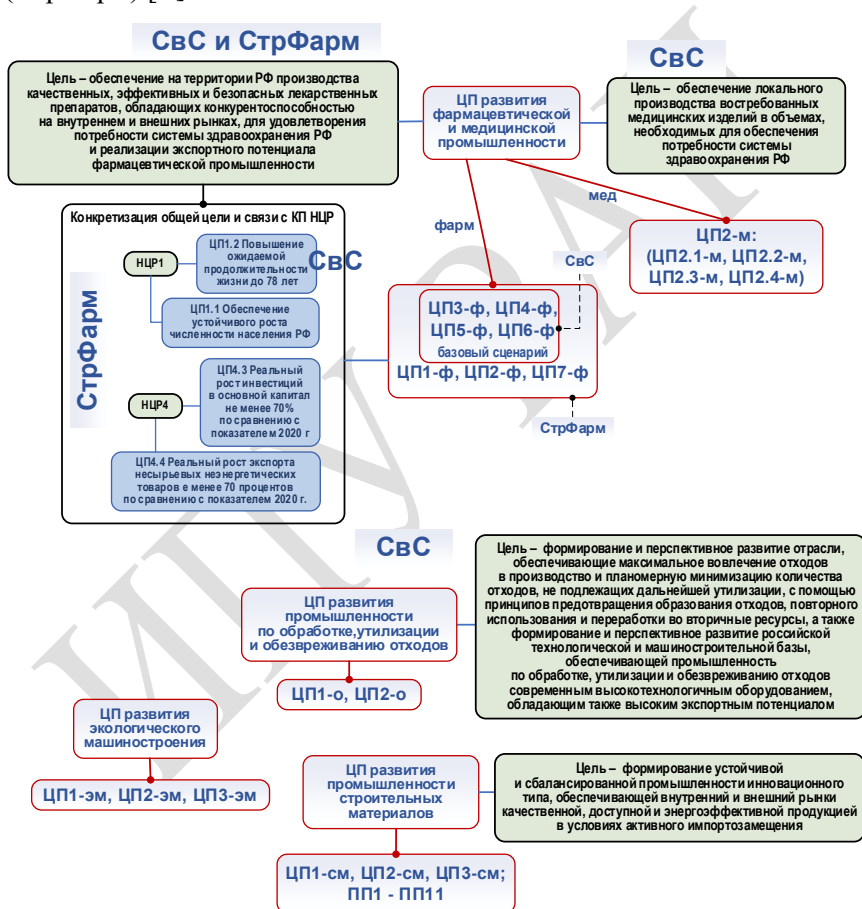


Рис. 2.1.16. Детализация ЦП развития отдельных отраслей, введенных в структуру прослеживания на рис. 2.1.15



Дальнейшее прослеживание до ЦП цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности в СН ЦТ

На рис. 2.1.17 приведена детализация общей цели и показателей цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности в структуре прослеживания ЦП и индикаторов, которые отражают реализацию задачи 5 СНП5 в СНБ РФ и направления 2 СЭБ РФ, представленных на рис. 2.1.15.

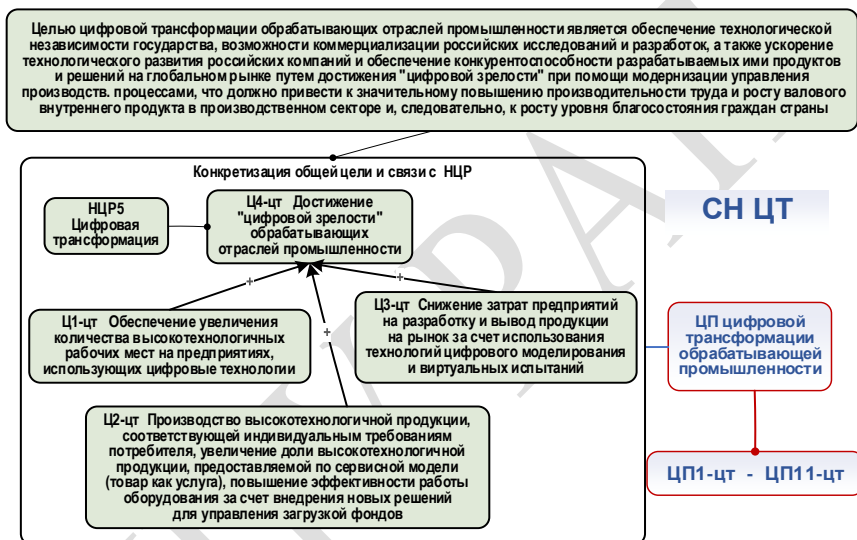


Рис. 2.1.17. Детализация общей цели и показателей цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности, введенных в структуру прослеживания на рис. 2.1.15

Дальнейшее прослеживание по госпрограммам

Госпрограмма 1 – госпрограмма РФ «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» [61].

Госпрограмма 2 – государственная программа РФ «Экономическое развитие и инновационная экономика» [62].

Госпрограмма 1 включает укрупненные целевые показатели НЦР, на достижение которых она ориентирована. На рис. 2.1.18 представлены связи целей госпрограммы с целями и задачами СНБ РФ, СЭБ РФ и целевым показателем СвС. Детализированные ЦП в госпрограмме 1 отсутствуют.

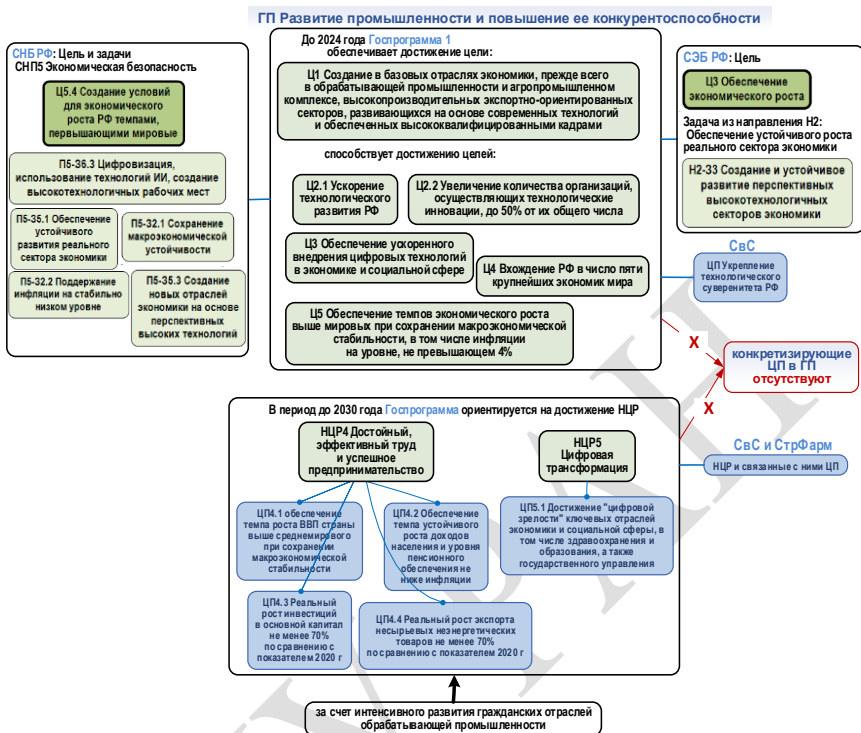


Рис. 2.1.18. Связи целей Госпрограммы 1 с целями и задачами СНБ РФ, СЭБ РФ и целевым показателем СвС



Госпрограмма 2 имеет связь напрямую с СНБ РФ и НЦР: в ней определены задачи СНБ РФ, связанные с СП5 «Экономическая безопасность», и НЦР, на достижение которых ориентирована реализация Госпрограммы 2. В ней определены цели и их основные целевые показатели, перечислены направления (подпрограммы), определяющие мероприятия по достижению заявленных целей (см. рис. 2.1.19). Но в действующей редакции ГП2 конкретизация до индикаторов отсутствует (прежние перечни индикаторов, утратили силу с 2022 г.). Также отсутствует детальная информация по направлениям (подпрограммам).

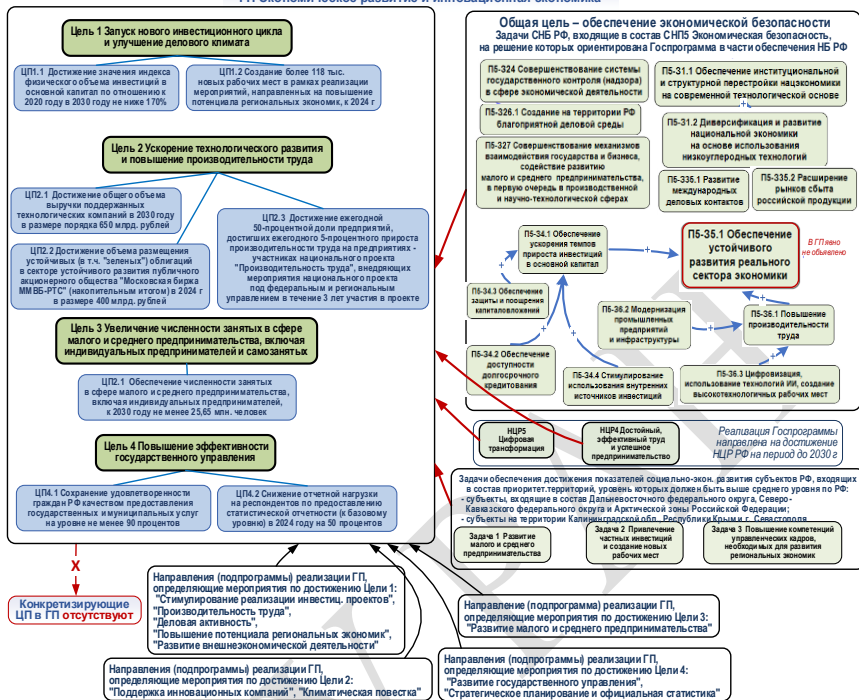


Рис. 2.1.19. Связи целей Госпрограммы 2 с целями и задачами СНБ РФ и НЦР



Рис. 2.1.15 – 2.1.19 отражают общую структуру прослеживания задачи П5-35 СНП5 СНБ РФ до ЦП и индикаторов по выделенным документам (рис. 2.1.20).

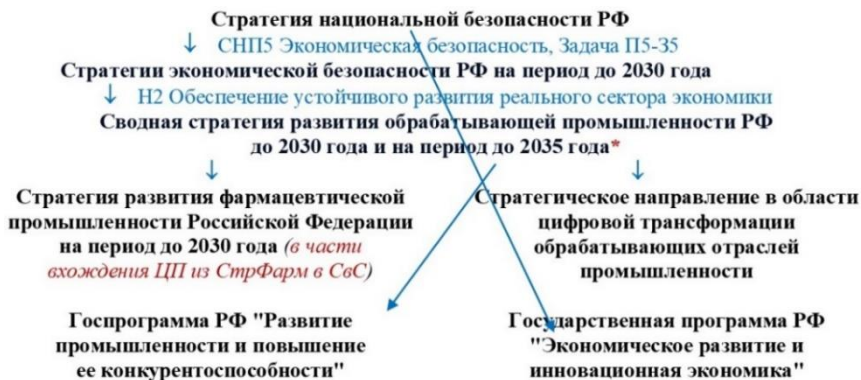


Рис. 2.1.20. Перечень документов СП, рассмотренных для формирования графа связей прослеживания задачи П5-35 из СНБ РФ в СЭБ РФ и др. документах¹³

На рис. 2.1.21 представлено обобщенное представление результатов прослеживания задачи П5-35 СНП5 в СНБ РФ в документах, перечисленных на рис. 2.1.20.

¹³ Примечание* к рис. 2.1.20: из СвС выделялись общие (для всех отраслей) целевые показатели и частные показатели, связанные с развитием фармацевтической и медицинской промышленности, экологического машиностроения и промышленности строительных материалов, в структуре прослеживания ЦП (индикаторов), отражающих реализацию задачи П5-35 СНП5 в СНБ РФ и направление Н2 СЭБ РФ.

кой документов СП. Верхний уровень – в большей мере для демонстрации ЛПР; визуальное представление должно обеспечивать наглядность, облегчать понимание, фокусировать внимание на главном (без детализации).

Нижний (скрытый для верхнего) уровень представления результатов – граф связей параметров СНБ РФ (или выделенный подграф). На верхнем уровне граф связей параметров может дополнительно отображаться по запросу при необходимости в более детальной информации.

Верхний уровень представления результатов – подграф, выделенный из общего графа связей и отражающий все связи от выделенной отдельной цели или задачи СНБ РФ (корневой вершины) до групп индикаторов, приписанных к висячим вершинам. Визуализация такого подграфа предлагается в виде диаграммы Исикавы¹⁴ – метода структуризации, широко применяемого для анализа причин проблемы (отклонений параметров от нормированных значений, от целей) как в системе менеджмента качества, так и при анализе эффективности проектов и программ, адаптированной под специфику связей параметров графа [63, 64]

Также на верхнем уровне представления может быть реализована визуализация состояния индикаторов по результатам решения задач индикативного планирования.

Оценка достижения целей социально-экономического развития

Граф связей параметров СНБ РФ, являясь базой для формирования системы индикаторов в решаемых задачах индикативного планирования, играет опосредованную роль в оценке степени достижения целей социально-экономического развития и обеспечения НБ РФ.

Комплементарные модели (применение совместно с другими моделями в рамках потенциальных гибридных или комплексных моделей более высокого уровня):

¹⁴ Диаграмма Исикавы – популярный графический способ определения существенных причинно-следственных взаимосвязей между факторами и последствиями в исследуемой ситуации или проблеме.

– Граф связей параметров СНБ РФ применяется в связке с моделями и методами системы индикативного планирования.

2.2. Модель стратегического анализа сценариев социально-экономического развития на основе когнитивных карт (М31)

Эта модель является одной из разновидностей моделей на основе когнитивных карт (М31) применительно к анализу социального-экономического развития.

Название модели: модель стратегического анализа сценариев социально-экономического развития на основе когнитивных карт (М31).

Функция

Стратегический анализ ориентирован на своевременное выявление (1) благоприятных и негативных изменений среды и (2) изменений свойств самой системы (ее преимуществ и недостатков), которые могут повлиять на реализацию принятой стратегии развития.

Схема стратегического анализа ситуации ориентирована на формирование диагностической карты проблемной ситуации, которая включает вектор отклонений на целевых факторах, идентификацию факторов причин, идентификацию факторов воздействий и факторов целей активных субъектов и связана с оценкой подверженности влияниям (реакции) параметров системы документов СП (на графе), с обнаружением структурных противоречий, несоответствий в параметрах документов СП на основе структурно-целевого анализа на причинно-следственном графе, в оценке связей параметров документов по критериям преобладания в графе и обеспеченности целей индикаторами с их целевыми значениями.

Рекомендуется для использования на этапах ИП:

6. Инерционный прогноз;
8. Оценка потенциала достижения стратегических целей.

Область применения в системе ИП и (или) сценарного прогнозирования

Анализ достижимости целей верхнего уровня, например, целей стратегий национальной безопасности, при обнаружении отклонений по индикаторам в реализации задач и мероприятий, конкретизированных в других документах СП.

«Сквозное» моделирование на гетерогенной модели, связывающей графы связей целей, целей и задач, задач и мероприятий с входными оценками реализации мероприятий по индикаторам, изменений параметров внешней среды и управленческим сигналам.

Потенциальный пользователь

Аналитические службы госорганов, связанных со стратегическим и индикативным планированием, обеспечивающие подготовку документов для принятия решений ЛПР по СП.

Уровень описываемого объекта: страна, регион, отрасль.

Методы работы с базовыми индикаторами

- сценарное и имитационное моделирование.
- интегральная оценка отклонений по группе индикаторов, связанных с графом СНБ.
- идентификация параметров модели.
- анализ современных подходов применения данной модели к системе индикативного планирования и прогнозных моделей.

Преимущества

Модель стратегического анализа на основе моделей «цели – задачи – базовые индикаторы» в виде графа связей параметров СНБ РФ позволяет комплексно оценивать достижимость целей и задач НБ РФ с использованием моделей и методов индикативного планирования. Применение графовых моделей «цели – задачи – индикаторы» направлено на систематический мониторинг и выявление противоречий в целях, присущих иерархическим сетевым стратегиям, и позволяет решать задачи коррекции и повышать обоснованность выбора тех или иных управлений на каждом шаге стратегии и своевременно реагировать на изменения и возможные негативные сценарии изменения внешней среды.

Условия применимости

В базовой постановке стратегического анализа развития сложной системы предполагается, что в результате структуризации знаний и информации о целях и факторов, на них влияющих, формируется причинно-следственная модель (в семантике вида «изменение фактора 1 влияет с определенным весом на изменение фактора 2», где веса, заданные в лингвистической шкале, интерпретируются как сила влияния или степень уверенности в том, что факторы связаны).

Использование модели в конкретных задачах включает применение:

- методики построения моделей ситуаций на основе: 1) знаний и представлений многих экспертов и заинтересованных сторон; 2) информации и данных в поисковых и информационно-аналитических системах;

- методов решения задач структурно-целевого анализа и сценарного моделирования;

- методов информационного мониторинга изменений в ситуации на базе уточнения информационной модели по базовой когнитивной карте ситуации;

- поддерживающих средств моделирования с визуальным интерфейсом или только с аналитической оболочкой в среде Matlab;

- рекомендации по интеграции средств поддержки в архитектуру информационно-аналитических систем заказчика.

В системе стратегического планирования, представленной сетью документов СП, модель стратегического мониторинга по сложной сетевой модели стратегии, формируемой на основе прослеживания целей, задач, мероприятий, индикаторов, позволяет решать задачи мониторинга и структурной оценки связей в модели M_{G-T-IN} , которые ставятся с целью:

- оценки результативности мероприятий в документах СП типа план (программа) по влиянию на достижимость целей верхнего уровня, заданных в документах СП уровня целеполагания (базовая задача мониторинга);

- отслеживания и оценки влияния внешних сигналов (угроз) на достижимость целей развития в текущей обстановке на основе композиции модели M_{G-T-IN} и модели внешней среды M_{Ext} (расширение базовой задачи мониторинга).

В разделе формирования системы целей и задач в системе документов СП приведены примеры ациклических графов, которые характеризуют взаимосвязь целей и задач. Соответственно, модель стратегического анализа должна быть расширена на гибридные модели ситуаций, которые включают знаковый орграф причинно-следственных связей целей всех приоритетов комплексной стратегии ЭБ, граф взаимных влияний целей и задач по направлению на уровне стратегии ЭБ, пограничный слой факторов (целей и задач), реализуемых в смежной или уточняющей сфере, которые обеспечивают построение срезов сетевой структуры, привязанные к некоторым элементам индикаторы, а также наблюдаемые массивы данных во внутренней среде.

Моделирование на такой модели требует развития метода оценки входных импульсов по наблюдаемым изменениям во внешних параметрах или отклонений на нижних уровнях изменения ситуации по индикаторам, например, в лингвистической шкале.

Математическая модель

Модель систематизации целей – задач – индикаторов M_{G-T-IN} , отраженных в документах СП, определяет два вида отношений между ее параметрами:

– причинно-следственные влияния между целями $G = \{G_i\}$ и задачами $T = \{T_j\}$;

– обеспеченность целей и задач (или их групп) наборами целевых показателей и индикаторов $IN = \{In_k\}$.

Модель M_{G-T-IN} обеспечивает прослеживание структуры связей параметров (целей – задач – индикаторов) различной сложности – от типовой иерархической (линейно упорядоченной) модели до сетевой модели с обратными связями (циклами).

Причинно-следственные влияния определяются моделью связанности M_{G-T} целей $\{G_i\}$ и задач $\{T_j\}$.

Модель M_{G-T} по некоторому направлению (приоритету) D представляет собой обобщенную когнитивную карту $K^D = K^G \cup K_T^{G_1} \cup K_T^{G_2} \cup \dots \cup K_T^{G_{1D}}$, где K^G – когнитивная карта свя-

занный цели $G = \{g_i\}$, $K_T^{G_1}$, $K_T^{G_2}$, ..., $K_T^{G_{J_D}}$ – когнитивные карты связанности отдельных целей $G_1, G_2, ..., G_{J_D}$ с соответствующими им задачами.

На рис. 2.2.1 приведен условный пример общей ациклической когнитивной карты K^D (двунаправленная пунктирная стрелка означает, что допускаются отношения причинно-следственного влияния между задачами отдельных карт).

На рис. 2.2.2 приведены примеры нескольких отдельных когнитивных карт, выделенных из K^D : K^G , $K_T^{G_1}$, $K_T^{G_3}$.

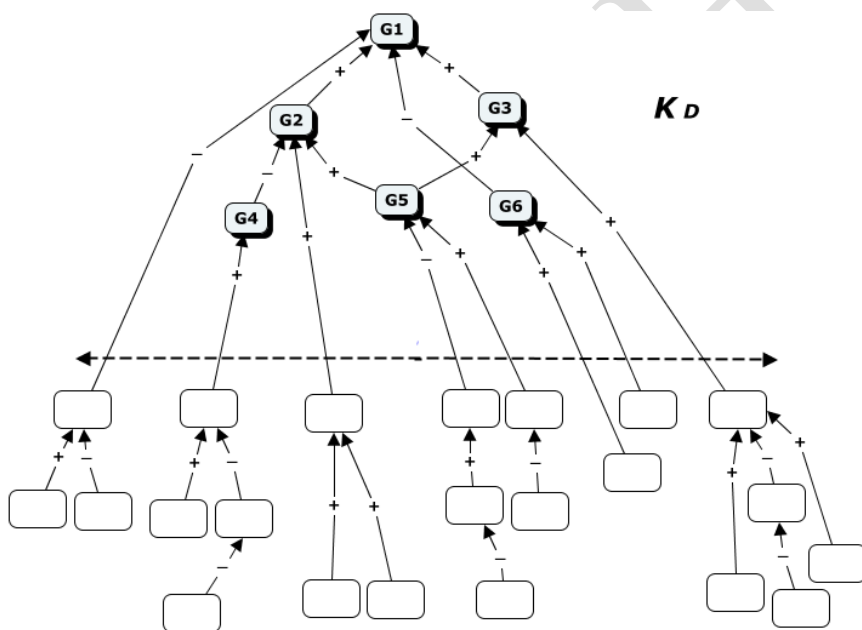


Рис. 2.2.1. Общая когнитивная карта K^D связанности целей и задач по направлению D

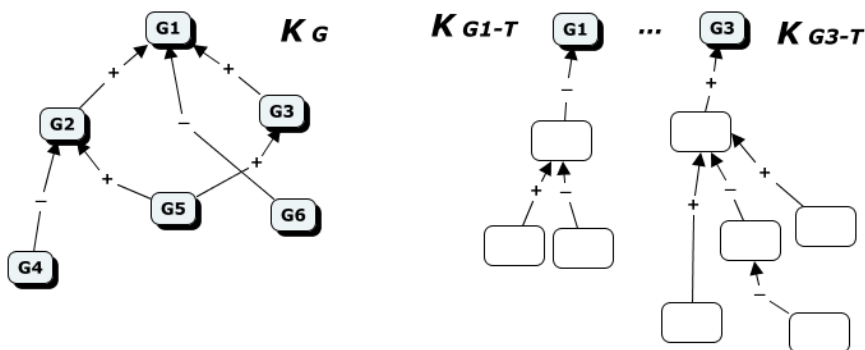


Рис. 2.2.2. Отдельные когнитивные карты:

K^G – карта связанности целей, $K_T^{G_1}$ – карта связанности цели G_1 с ее задачами, $K_T^{G_3}$ – карта связанности цели G_3 с ее задачами

Формально каждая когнитивная карта $K = (P, E^{+/-})$ в модели M_{G-T} представляет собой ориентированный знаковый граф, где:

- вершинами являются параметры $\{p_i\}$ – цели G или задачи T ;
- дугам, интерпретируемым как прямые причинно-следственные влияния $E^{+/-}$ между $\{p_i\}$, приписаны знаки («+» или «-»), характеризующие направления влияния между любой парой p_i, p_j ($p_i \xrightarrow{+/-} p_j$): «+» – усиливающее или «-» – тормозящее, ослабляющее.

Ограничение: в $K = (P, E^{+/-})$ недопустимы связи $p_i \xrightarrow{+/-} p_j$, если в этой паре p_i – цель и p_j – задача.

Множество $E^{+/-}$ может быть представлено квадратной матрицей $[e^{+/-}]$, где $e_{ij}^+ = 1$ – знак «+» влияния p_i на p_j , интерпретируемый как однонаправленное изменение $p_i \xrightarrow{+} p_j$ $x_i \xrightarrow{w_{ij}} x_j$: параметр-следствие p_j изменяется в том же направлении, что и параметр-причина p_i при прочих равных условиях; $e_{ij}^- = -1$ – знак «-» влияния

параметра p_i на p_j , интерпретируемый как разнонаправленное изменение $p_i \longrightarrow p_j$: параметр-следствие p_j изменяется в противоположном направлении от изменения параметра-причины p_i при прочих равных условиях; если влияние между парой параметров (p_i, p_j) отсутствует, то $e_{ij} = 0$.

При построении когнитивных карт рекомендуется сохранять исходные формулировки целей (задач), взятые из документов СП, для облегчения сопоставимости формулировок в исходных документах СП и модельном представлении.

Применение модели систематизации целей – задач – индикаторов M_{G-T-IN} в задачах ИП направлено:

- на формирование общей структуры согласованности параметров в соответствии со связанными документами СП различных уровней;
- на прослеживание преемственности параметров (целей и задач) в структуре связанных документами СП различных уровней и их обеспеченности индикаторами с соответствующими целевыми (и (или) пороговыми) значениями;
- на формирование базы индикаторов, связанных с целями и задачами устойчивого социально-экономического развития объекта СП;
- на актуализацию базы индикаторов в ходе мониторинга достижения целей социально-экономического развития объекта СП и контроля актуальности документов СП;
- на мониторинг и структурную оценку связей в модели

M_{G-T-IN} с целью:

- выявления дублирования, противоречий, несогласованности параметров как в отдельных картах $K^G, K_T^{G_1}, K_T^{G_2}, ..., K_T^{G_{J_D}}$, так и в связанных картах K^D , упущенных влияний для оценки результативности программ с точки зрения влияния на систему целей верхнего уровня;
- реакции параметров на (1) управленческие сигналы, выраженные в новых или обновляемых документах СП (например, на государственном уровне к таким документам отно-

сятся ежегодные послания Президента РФ, Указы Президента или Правительства РФ), (2) внешние сигналы ситуации вокруг объекта СП в текущей обстановке.

Аналогичную структуру прослеживания можно сформировать и для мероприятий, направленных на достижение целей и задач документов СП верхнего уровня (рис. 2.2.3)

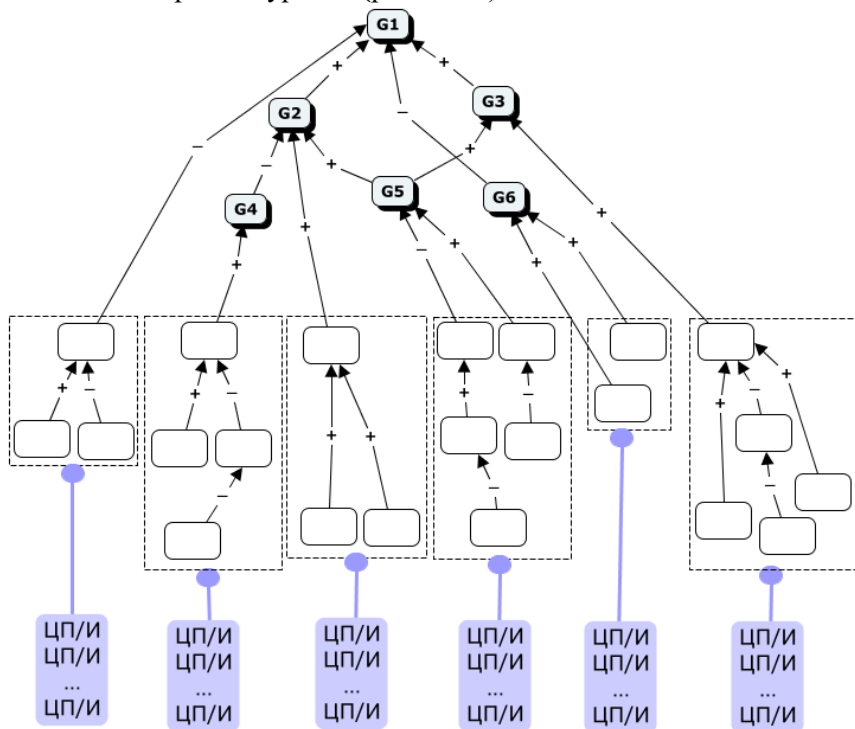


Рис. 2.2.3. Общая когнитивная карта K^D с соотнесением наборов индикаторов к соответствующим $\{K_T^{G_i}\}$, объединенным в K^D

Конечной целью прослеживания, мониторинга и структурной оценки связей параметров M_{G-T-IN} является проверка обеспеченности индикаторами IN с их целевыми (и / или пороговыми) значениями для оценки достижимости целей G .

Задача прослеживания целей и задач в связанных документах СП различных уровней ($k = 1, 2, \dots$) решается с использованием *критерия преемственности* $Kr_{sun}(p^k, p^{k+1})$.

Критерий $Kr_{sun}(p^k, p^{k+1})$ является слабо формализованным: он представляется в виде словесного шаблона, который в логическом смысле есть предикат со свободными параметрами (p^k, p^{k+1}) . При подстановке вместо (p^k, p^{k+1}) конкретных параметров $(g_i^k, (g_i^{k+1} \vee t_j^{k+1}))$ или $(t_i^k, (g_i^{k+1} \vee t_j^{k+1}))$ формируется высказывание, $Kr_{sun}((g_i^k, (g_i^{k+1} \vee t_j^{k+1}))) \vee Kr_{sun}((t_i^k, (g_i^{k+1} \vee t_j^{k+1})))$ соответственно, истинность которого означает формальное соответствие критерию $Kr_{sun}(p^k, p^{k+1})$.

Содержательно критерий $Kr_{sun}(p^k, p^{k+1})$ выполняется, если цель g_i^{k+1} или задача t_j^{k+1} из документа уровня $k+1$ является преемником цели g_i^k или задачи t_i^k документа уровня k . Преемственность означает, что эксперт подтверждает, что g_i^k или t_j^k соответствует по смыслу g_i^{k+1} или t_j^{k+1} , даже если формулировки этих параметров имеют различия (различия могут быть разной степени, но важно, чтобы содержательные смыслы формулировок сопоставляемых параметров были близки (в идеале совпадали)).

Преемственность в отношении параметров может быть очевидной (явная), когда формулировки сопоставляемых параметров из разных документов СП практически совпадают, т. е. различия несущественные, или условной (неочевидной). Условная преемственность означает, что формулировки сопоставляемых параметров имеют существенные различия, но исходя из опыта и знания предметной области специалист в различных формулировках сопоставляемых параметров «улавливает» сходство содержательных смыслов, в противном случае фиксируется отсутствие преемственности между сопоставляемыми параметрами. В сложных случаях оценки условной преемственности рекомендуется групповое согласование между специалистами.

Следует отметить, что оценка преемственности параметров в связанных документах СП различных уровней может быть трудоемкой в силу многоуровневости документов СП (что особенно характерно для документов на государственном уровне) и включения в них множества целей и задач по различным направлениям или приоритетам. Поэтому встает вопрос инструментальной поддержки этого процесса на основе применения средств интеллектуального анализа текстов; простейший вариант такой поддержки – организация направленного поиска по текстам связанных документов СП и по модели систематизации целей – задач – индикаторов M_{G-T-IN} на основе формируемых специалистом запросов (по ключевым словам). Также необходима инструментальная поддержка визуализации, построения и коррекции модели M_{G-T-IN} .

Задачи мониторинга и структурной оценки связей в модели M_{G-T-IN} ставятся с целью:

- оценки результативности программ развития с точки зрения влияния мероприятий по управлению на достижимость системы целей верхнего уровня (базовая задача мониторинга);
- отслеживания и оценки влияния внешних сигналов (угроз) на достижимость целей развития в текущей обстановке на основе композиции модели M_{G-T-IN} и модели внешней среды M_{Ext} (расширение базовой задачи мониторинга).

Рассмотрим базовую задачу.

Пусть даны:

- модель M_{G-T-IN} ;
- вектор *оценок желательной динамики параметров* (ОДП) когнитивной карты M_{G-T} , $R(P)$, включающий оценки динамики целей $R(G)$ и задач $R(T)$:

$$r_i(p_i) = \begin{cases} +1, & \text{если благоприятен рост значения } p_i, \\ -1, & \text{если благоприятно уменьшение значения } p_i, \\ 0, & \text{если значение } p_i \text{ не оценивается,} \end{cases} \quad (2.2.1)$$

где p_i есть $G_i \in G$ или $T_i \in T$.

Требуется оценить:

– непротиворечивость целей и согласованность целей и связанных с ними задач (в структуре модели M_{G-T});

– наличие отклонений от благоприятного направления изменения целей в зависимости от неблагоприятной оценки результатов решения задач, связанных с целями в структуре M_{G-T} .

Определение непротиворечивости системы целей и согласованности целей со связанными с ними задачами состоит в сопоставлении ОДП (целей, задач) и направлений (знаков) влияний через все возможные пути (цепи), связывающие их в M_{G-T} .

Определение 1. Любая пара целей G_i и G_j непротиворечива, если для любого пути l_{ij}^k , связывающего G_i и G_j , справедливо

$$r_j(G_j) = \text{sign}(\text{sign}(l_{ij}^k) \times r_i(G_i)), \quad (2.2.2)$$

где $r_i(G_i)$ и $r_j(G_j)$ – ОДП целей G_i и G_j , l_{ij}^k – k -й путь от цели G_i к цели G_j .

Знак любого пути l_{ij}^k определяется как произведение знаков дуг, входящих в него. (Аналогично выстраивается оценка непротиворечивости между задачами).

В схеме решения задач согласованного планирования, к которым можно отнести рассматриваемые в данном разделе методы, необходимо учитывать полноту, т. е. обеспеченность целей задачами. Однако такого рода анализ должен проводиться на ранних этапах структуризации с применением экспертных процедур. В работах Н.А. Коргина неоднократно демонстрировались примеры анализа структуры целей и задач комплексных программ отраслевого развития [51]. В данной книге при формировании комплекса моделей и методов индикативного планирования, обеспечивающего реализуемость стратегического плана, эту задачу решено было опустить, чтобы продемонстрировать целостный пример комплексного индикативного планирования. Однако на этапе целеполагания необходимо использовать методики анализа содержательной полноты и достаточности выбираемых для достижения целей мероприятий.

Определение 2. Пара «цель G_j » и «задача T_i » согласованы, если для любого пути l_{ij}^k , связывающего T_i и G_j , справедливо

$$r_j(G_j) = \text{sign}(\text{sign}(l_{ij}^k) \times r_i(T_i)), \quad (2.2.3)$$

где $r_i(T_i)$ и $r_j(G_j)$ – ОДП T_i и G_j , l_{ij}^k – k -й путь от задачи T_i к цели G_j .

При оценке непротиворечивости (согласованности) параметров M_{G-T} важно выделять особые случаи потенциальных противоречий, связанных с наличием путей положительного и отрицательного влияния между парой параметров (см. пример на рис. 2.2.4). Такие случаи не позволяют получить однозначную оценку непротиворечивости (согласованности) между этими параметрами.

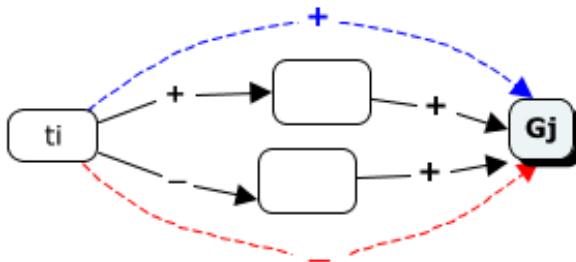


Рис. 2.2.4. Схематическое представление особого случая потенциального противоречия

Определение 3. Потенциальное противоречие между парой параметров p_i и p_j существует, если между этими параметрами имеется хотя бы одна пара разнонаправленных путей l_{p_i, p_j}^+ и l_{p_i, p_j}^- , где $\text{sign}(l_{p_i, p_j}^+) = 1$ и $\text{sign}(l_{p_i, p_j}^-) = -1$.

Если в когнитивной карте M_{G-T} выполняются (1) условия непротиворечивости (согласованности) (согласно определениям 1 и 2) для любых пар p_i и p_j , для которых в структуре карты существуют пути причинно-следственных влияний, и (2) отсутствуют потенциальные противоречия (согласно определению 3), то формируется обобщенная структурная оценка связей – M_{G-T} согласована; в противном случае – не согласована по некоторому набору целей (задач) и (или) наличию потенциальных противоречий (что требует от спе-

специалистов принятия решений по приведению к согласованности целей и задач, которое может состоять в коррекции M_{G-T} или документов СП).

Если при мониторинге исполнения документов СП формируется неблагоприятная оценка решения некоторых задач $\{T_i^{neg}\}$ ($\{-ОДП(T_i^{neg})\}$), то через структуру M_{G-T} можно определить все цели (задачи), на которые они оказывают влияние и тем самым выделить критические зоны достижения целей (задач), по которым требуется принятие решений специалистами.

Условиями возникновения рассогласований и противоречий между целями и задачами являются ситуации, когда принимаются решения по коррекции действующих документов СП, которые могут быть связаны с изменением состава целей и задач. Тогда требуется пересмотр структуры всей модели M_{G-T-IN} вплоть до уровня индикаторов.

Таким образом, результаты решения базовой задачи мониторинга формируют и систематизируют необходимые данные для оценки результативности программ развития с точки зрения влияния на достижимость системы целей верхнего уровня.

В расширенной постановке решение задачи мониторинга предполагает:

- структурный анализ $M_{Ext} \cup M_{G-T-IN}$ для выявления структуры проблемной ситуации, отражающей прямые и косвенные связи негативных параметров (угроз) модели M_{Ext} с целевыми параметрами M_{G-T-IN} ;

- формирование сценариев качественных изменений ситуации (в контексте достижимости целей развития) с учетом значимости и актуализации угроз в текущей обстановке для своевременного принятия решений по актуализации документов СП в изменяющейся обстановке, контроля исполнения документов СП.

Актуализация документов СП должна проводиться по всем уровням вплоть до документов (госпрограмм, нацпроектов), определяющих индикаторы и мероприятия по достижению целей развития.

Комплементарные модели

– Граф связей параметров СНБ РФ применяется в связке с моделями и методами системы индикативного планирования.

– Сопутствующие технологии, которые позволяют осуществлять информационный мониторинг изменений во внешней среде системы, базируются на внедрении технологий поиска и структурировании неструктурированной информации и данных из различных источников.

2.3. Модель определения аналитических признаков индикаторов (M5)

Название модели: модель определения аналитических признаков индикаторов (M5)

Функция: анализ характеристик автономных базовых индикаторов, в том числе на основе временных рядов, и оценка достижения целевых значений индикатора.

Рекомендуется для использования на этапах ИП:

1. Целеполагание.
3. Измерение индикаторов.
11. Приоритизация.
13. Программа реализации.
14. Анализ участия.
16. Мониторинг.

Область применения в системе индикативного планирования и (или) сценарного прогнозирования:

1. Анализ целевых и фактических значений индикаторов.
2. Оценка стабильности и прогнозируемости значений индикаторов социально-экономического развития (определение трендов и доверительных интервалов трендов, связь с фактическими значениями).

Потенциальный пользователь: аналитики.

Уровень описываемого объекта: страна, регион, отрасль.

Методы работы с базовыми индикаторами:

- регрессионный анализ по совокупности видов зависимостей;
- статистическая обработка временных рядов;
- обеспечение согласованности с прогнозными моделями;
- регрессионный анализ фактических данных временных рядов (позволяет провести идентификацию параметров и построить прогноз выбранного функционального приближения (тренда));
- сравнение прогнозного значения выбранного функционального приближения (тренда) с целевыми значениями (позволяет оценить степени достижения целевых значений по тренду и с учетом доверительного интервала).

Постановка задачи

Дано:

- временной ряд значений индикатора,
- определена функция приближения – линейный тренд (в данном разделе).

Определить:

- характеристики функции приближения;
- аналитические признаки индикатора.

Произведем расчет характеристик аналитических признаков индикатора. Для характеристик линейного тренда это:

- переменная часть a ,
- постоянная часть b ,
- коэффициент детерминации R^2 ,
- стандартная ошибка для оценки Y (S_{ey}),
- F-статистика F ,
- степени свободы dN ,
- уровень статистической значимости α .

Необходимая информация, входные и выходные данные

Входная информация: временной ряд значений индикатора.

Пример временного ряда данных представлен в табл. 2.3.1.

Пример 6. Анализ временного ряда данных на примере индикаторов СЭБ РФ

Алгоритм

Приведем алгоритм определения характеристик индикатора.

Шаг 1. Формирование исходных данных. В качестве исходной информации используется временной ряд индикатора. Используются фактические, плановые, целевые или иные значения.

Шаг 2. Выбор функции приближения. В данной работе рассмотрен пример линейного тренда.

Шаг 3. Расчет (идентификация) характеристик функции приближения.

Шаг 4. Построение доверительного интервала интерполяции показателя.

Шаг 5. Анализ адекватности модели (визуальный, по графику) приближения временного ряда индикатора, наполненности данными, проверка на наличие выбросов.

Шаг 6. Экстраполяция (прогнозирование показателя).

Таблица 2.3.1

Временной ряд данных индикаторов экономической безопасности

№ п/п	Индикаторы экономического развития	Ед. изм.	Год						
			2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
1.1	Индекс физического объема валового внутреннего продукта	процент	101,8	102,8	102,2	97,3	105,6	97,9	103,6
1.2	Валовой внутренний продукт в текущих ценах	млрд руб.	91 843	103 862	109 608	107 658	135 295	153 435	171 041
1.3	Валовой внутренний продукт в ценах 2021 г.	млрд руб.	125 250	128 765	131 595	128 103	135 295	132 495	137 265
1.4	Индексы-дефляторы валового внутреннего продукта	процент	105,35	110,00	103,26	100,90	118,99	115,80	106,30
2	Валовой внутренний продукт на душу населения	руб./чел.	625 454	707 357	746 830	735 069	927 540	1 045 813	
4	Доля инвестиций в основной капитал в валовом внутреннем продукте	процент	21,4	20	20,4	21,5	19,9	20,2	
5	Степень износа основных фондов	процент	47,3	46,6	37,8	39	40,5	40,5	
6	Индекс промышленного производства	процент	103,70	103,50	103,40	97,90	106,30	100,60	103,5
7	Индекс производительности труда	процент	102,1	103,1	102,4	99,6	103,7	96,4	
8	Уровень инфляции	процент	102,51	104,26	103,04	104,91	108,39	111,94	107,42

Выходная информация:

– характеристики временного ряда по выбранному аналитическому приближению.

Ниже приведены характеристики временных рядов для линейного тренда (табл. 2.3.2).

Таблица 2.3.2
Характеристики временных рядов для линейного тренда



№	Индикаторы экономического развития	Ед. изм.	Переменная часть	Постоянная часть	Коэффициент детерминации	Стандартная ошибка для оценки y	F-статистика	Уровень статистической значимости
1.1	1) Индекс физического объема валового внутреннего продукта	проценты	-0,23139	568,3	0,0934	3,968	1,648	55%
1.2	1) Валовой внутренний продукт в текущих ценах	млрд. руб.	7501,644	-1,5E+07	0,9469	9777	285,2	5%
1.3	1) Валовой внутренний продукт в ценах 2021 г.	млрд. руб.	1687,145	-3276278	0,8848	3351	122,8	7%
1.4	1) Индексы - дефляторы валового	проценты	-0,29372	701,23	0,0717	5,818	1,235	62%

Продолжение таблицы 2.3.2

№	Индикаторы экономическо го развития	Ед. изм.	Перемен ная часть	Постоян ная часть	Коэффициент детерминации	Стандар тная ошибка для оценки у	F- статистика	Уровень статистичес кой значимости
	внутреннего продукта							
2.1	2) валовой внутренний продукт на душу населения	руб./ чел.	47053,05	-9,4E+07	0,9571	51980	334,3	4%
2.2	2) ВВП на душу населения, ППС (в текущих международны х долларах)	долл. США	1089,752	-2169834	0,9173	1707	166,3	6%
2.3	2) Валовой внутренний продукт на душу населения (по паритету	USD/ чел.	-157,083	327378	0,0294	2645	0,2117	93%

№	Индикаторы экономическо го развития	Ед. изм.	Перемен ная часть	Постоян ная часть	Коэффициент детерминации	Стандар тная ошибка для оценки γ	F- статистика	Уровень статистичес кой значимости
	покупательной способности)							
4	4) доля инвестиций в основной капитал в валовом внутреннем продукте	проце нт	-0,05804	137,76	0,1193	0,596	1,3552	59%
5	5) степень износа основных фондов	проце нт	-0,40466	860	0,3274	3,025	7,301	28%
6	6) индекс промышленног о производства	проце нт	0,203824	-309	0,0556	4,140	0,824	71%
7	7) индекс производитель ности труда	проце нт	-0,13667	377	0,0502	2,759	0,687	75%

Окончание таблицы 2.3.2

№	Индикаторы экономическо го развития	Ед. изм.	Перемен ная часть	Постоян ная часть	Коэффициент детерминации	Стандар тная ошибка для оценки у	F- статистика	Уровень статистичес кой значимости
8	8) индекс денежной массы (денежные агрегаты M2)	проце нт	-1,46108	3054	0,2889	5,424	2,031	49%
9	9) Уровень инфляции	проце нт	-0,22569	563	0,1302	3,209	2,396	47%

Методика интерпретации результатов

Идентификация параметров тренда индикатора позволяет сформировать суждение о характеристиках индикатора. Ниже приведена оценка аналитических признаков некоторых индикаторов.

Используются следующие шкалы пересчета:

Рост / Падение: если переменная часть тренда >0 , то «Рост», иначе «Падение».

Тренд: если переменная часть тренда $\cdot K_{\text{Направление}} >0$, то «Позитивный», иначе «Негативный». $K_{\text{Направление}}=1$, если рост показателя позитивный, и $=-1$, если рост показателя негативный.

Стабильность: если Коэффициент детерминации $R^2 < K_{\text{Стаб1}}$, то «Нестабильный», если Коэффициент детерминации $R^2 < K_{\text{Стаб2}}$, то «Стабильный», иначе «Очень стабильный».

В расчете табл. 2.3.3 принято $K_{\text{Стаб1}} = 0,6$, $K_{\text{Стаб2}} = 0,9$.

Прогнозируемость: если Коэффициент детерминации $R^2 < K_{\text{Прогн1}}$, то «Непрогнозируемый», если Коэффициент детерминации $R^2 < K_{\text{Прогн2}}$, то «Слабопрогнозируемый», иначе «Прогнозируемый».

В расчете табл. 2.3.3 принято $K_{\text{Прогн1}} = 0,6$, $K_{\text{Прогн2}} = 0,9$.

Инфо-обеспеченный: если $K_{\text{Инфо}} < K_{\text{Инфо1}}$, то «Инфо нет», если $K_{\text{Инфо}} < K_{\text{Инфо2}}$, то «Инфо среднее», иначе «Инфо есть».

$K_{\text{Инфо}} = \text{Период наличия данных} / \text{Период анализа}$

В расчете табл. 2.3.3 принято $K_{\text{Инфо1}} = 0,8$, $K_{\text{Инфо2}} = 0,9$. Период анализа: с 2006 по 2023 г. (17 лет).



Таблица 2.3.3

**Характеристики временных рядов для линейного тренда
(фрагмент)**

№	Индикаторы экономического развития	Ед. зм.	Рост (Падение)	Тренд	Стабильность	Прогнозируемость	Информационность
1.1	Индекс физического объема валового внутреннего продукта	процент	Падение	Негативный	Нестабильный	Непрогнозируемый	Информация есть
1.2	Валовой внутренний продукт в текущих ценах	млрд руб.	Рост	Позитивный	Очень стабильный	Прогнозируемый	Информация есть
1.3	Валовой внутренний продукт в ценах 2021 г.	млрд руб.	Рост	Позитивный	Стабильный	Слабо-прогнозируемый	Информация есть
1.4	Индексы-дефляторы валового внутреннего продукта	процент	Падение	Позитивный	Нестабильный	Непрогнозируемый	Информация есть
2.1	Валовой внутренний продукт на душу населения	руб./чел.	Рост	Позитивный	Очень стабильный	Прогнозируемый	Информация есть
2.2	ВВП на душу населения, по ППС (в текущих международных долларах)	долл. США	Рост	Позитивный	Очень стабильный	Прогнозируемый	Информация есть
4.2	Доля инвестиций в основной капитал в валовом внутреннем продукте	процент	Падение	Негативный	Стабильный	Слабо-прогнозируемый	Информации не вполне достаточно
5	Степень износа основных фондов	процент	Падение	Позитивный	Нестабильный	Непрогнозируемый	Информация есть
6	Индекс промышленного производства	процент	Рост	Позитивный	Нестабильный	Непрогнозируемый	Информация есть
7	Индекс производительности труда	процент	Падение	Негативный	Нестабильный	Непрогнозируемый	Информации не вполне достаточно
9	Уровень инфляции	процент	Падение	Позитивный	Нестабильный	Непрогнозируемый	Информация есть

Примеры расчетов

Рассмотрим в качестве примера расчет для индикатора «Валовой внутренний продукт в текущих ценах».

Пример временного ряда данных по данным Росстата представлен в табл. 2.3.4.

Таблица 2.3.4

Временной ряд данных, выборка данных, трлн руб.

Индикатор экономиче- ского разви- тия	Год						
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Валовой внут- ренний про- дукт в текущих ценах	91,8	103,9	109,6	107,7	135,8	155,2	172,1

На рис. 2.3.1 показаны данные индикатора «Валовой внутренний продукт в текущих ценах» (по данным Росстата). Характеристики индикатора приведены в табл. 2.3.5.

Таблица 2.3.5

Характеристики индикатора
«Валовой внутренний продукт в текущих ценах»

Наименование	Значение
Рост / Падение	Рост
Тренд	Позитивный
Стабильность	Очень стабильный
Прогнозируемость	Прогнозируемый
Обеспеченность информацией	Информация есть
Структурность	Составной
Переменная часть	7501,6
Постоянная часть	–15 028 271
Коэффициент детерминации	0,9469
Стандартная ошибка для оценки показателя	9777
F-статистика	285,23
Степени свободы	16
Уровень статистической значимости	4,6 %

Индикатор «Валовой внутренний продукт в текущих ценах» за период 2006–2023 гг. характеризуется ростом, причем рост можно оценить как стабильный и прогнозируемый (по значениям временного ряда данных). Рост данного индикатора определяется как индексом физического объема ВВП, так и индексом-дефлятором ВВП. Это дополняющие индикаторы, и индикаторы могут анализироваться как по отдельности, так и в составе сложных многофакторных моделей.

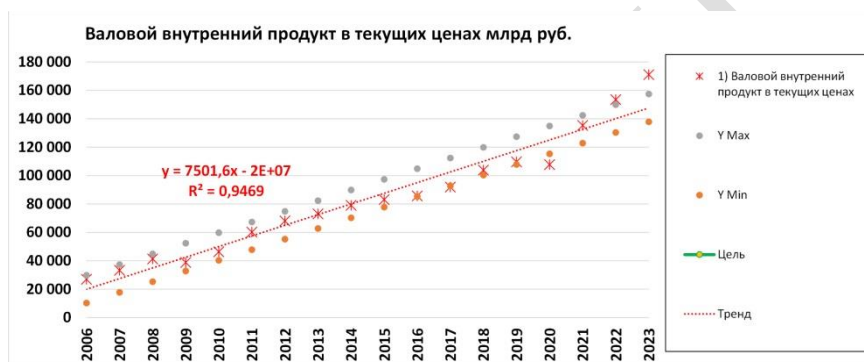


Рис. 2.3.1. Индикатор «Валовой внутренний продукт в текущих ценах»

Комплементарные модели (применение совместно с другими моделями в рамках потенциальных гибридных или комплексных моделей более высокого уровня).

- Модель комплексного оценивания группы индикаторов (M7);
- Модель взвешенного оценивания группы индикаторов (M6);
- Модель оценки потенциала (M12).

2.4. Модели агрегирования и disaggregation двух-уровневых систем (M1, M2)

Название модели: модель агрегирования индикатора (M1) и модель декомпозиции индикатора (M2) в двухуровневой системе.

Функция: формирование планов индикаторов верхнего и нижнего уровня.

Рекомендуется для использования на этапах ИП:

2. Формирование набора индикаторов.
11. Приоритизация.
12. Оценка достижения цели.
13. Программа реализации.
14. Анализ участия.
15. Утверждение документов.

Область применения в системе ИП и (или) сценарного прогнозирования – формирование агрегированных и disaggregation планов и отчетов:

1. ВВП – ВДС отраслей.
2. ВДС отрасли – стратегия отрасли – стратегии предприятий – ДС предприятий.
3. ВВП – ВРП регионов.
4. ВРП регионов – ДС предприятий – стратегии предприятий – ДС предприятий.

Потенциальный пользователь: руководство федеральных, отраслевых и региональных органов власти, а также предприятий и организаций; лица, формирующие решения (ЛФР); аналитики.

Уровень описываемого объекта: страна, регион, отрасль.

Методы работы с базовыми индикаторами:

- правила принятия решений,
- оптимизационные модели,
- имитационное моделирование,
- сценарное прогнозирование.

Условия применимости:

Для агрегирования необходим набор данных индикаторов нижнего уровня, объединяя которые, можно получить различные значения индикаторов верхнего уровня [65].

Для дезагрегирования необходимо наличие индикатора верхнего уровня, подходящего для разбиения на индикаторы нижнего уровня [66].

Преимущества: данная модель является достаточно простой для практического применения, особенно если используются простые правила принятия решений.

Обеспечение согласованности с прогнозными моделями

Рассмотренная модель может использоваться для прогнозирования и сценарного моделирования двухуровневой системы типа «ВВП – ВДС отрасли».

Постановка задачи:

Дано:

Для агрегирования – временные ряды валовых индикаторов нижнего уровня (например, ВДС отраслей) для агрегации в индикатор верхнего уровня [67].

Для дезагрегирования – временной ряд индикатора верхнего уровня (например, ВВП).

Решается:

- определить планируемый темп роста индикатора нижнего уровня (отраслей);
- определить компоненты (отрасли) с наибольшим вкладом в рост индикатора верхнего уровня (ВВП);
- определить планируемый темп роста индикаторов нижнего уровня (отраслей);
- оценить (задать сценарии) дополнительный рост индикаторов нижнего уровня (отраслей);
- рассчитать динамику валового индикатора верхнего уровня (ВВП);
- рассчитать темп роста индикатора верхнего уровня (ВВП);
- сравнить прогнозное значение роста индикатора верхнего уровня (ВВП) с целевым и сделать выводы о достаточности (недостаточности) сценария роста [68].

Необходимая информация, входные и выходные данные

Входная информация:

При агрегировании – задаются варианты целевых показателей нижнего уровня (ВВП) [69].

При дезагрегировании – задаются варианты значений целевых показателей верхнего уровня (отраслей) [70]. Они могут быть получены в результате агрегирования или заданы (например, объем ресурсов).

Выходная информация:

При агрегировании – планируемый темп роста показателей верхнего уровня.

При дезагрегировании – планируемый темп роста показателей нижнего уровня.

Суждение о достижимости (недостижимости) целевых показателей

Общее описание задачи агрегирования

Определение 1. Агрегирование в общем смысле — это объединение нескольких элементов в единое целое (обобщающий элемент более высокого уровня). Результат агрегирования называют агрегатом.

Такое объединение выполняют с помощью подходящей для конкретной ситуации функции. Рассмотрим несколько простых примеров.

Пример 1. Пусть необходимо преодолеть расстояние от пункта А до пункта D. Для этого нужно проехать от пункта А до пункта В (100 км), от пункта В до пункта С (250 км) и от пункта С до пункта D (150 км) соответственно. Если нас не интересуют достопримечательности в каждом из городов, а требуется оценить расход бензина или время в пути, то проще оперировать суммарным расстоянием от А до D в 500 км. В данном случае функцией агрегирования является суммирование, а пример 1 является простейшим примером аддитивного агрегирования.

Пример 2. Если результат спортсмена определяется по лучшей из его попыток, нам достаточно взять его максимальный (дальность броска) или минимальный (отклонение от цели) результат, отбросив другие.

Другими часто применяемыми для агрегирования функциями являются различные варианты средней величины (среднее арифметическое, геометрическое, медиана (центральное, срединное значение из ряда измерений), мода (наиболее часто встречающееся значение) и т. п.). В зависимости от ситуации могут обоснованно применяться и более сложные функции [71].

Основной задачей агрегирования является уменьшение количества данных и, таким образом, облегчение и ускорение их обработки. Вернемся к примеру 1. Просуммировав расстояние между городами, получаем общую длину пути, но теряем детали. Если расстояние в 500 км является ответом на задачу поиска минимального пути между А и D, то представление о том, какой маршрут даст этот результат, не формируется. Чтобы понять, как следует ехать, придется опять вернуться к отдельным отрезкам пути, разбив агрегат на составляющие. Это будет операция дезагрегирования, обратная агрегированию. Пример такой задачи рассмотрен ниже.

Определение 2. Дезагрегирование — переход к более мелким единицам описания, по отношению к которым единицы исходного описания представляют собой агрегаты [72].

Чаще всего операция агрегирования (и дезагрегирования тоже) выполняется последовательно. То есть сначала обрабатывают пару элементов множества, потом, совместно с получившимся результатом, обрабатывают следующий элемент множества: например, сложив два элемента, добавляют к ним третий и т. д. Имея информацию о последовательности таких обработок, методом обратного хода можно дезагрегировать полученный результат до начальных значений.

Определение 3. Метод обратного хода – последовательное выполнение операций, обратных функции агрегирования, для получения набора значений, соответствующих одному из решений задачи.

Например, из кратчайшего пути последовательно вычитаются отрезки, его составляющие, таким образом фиксируется требуемый путь. Покажем это на примере.

Алгоритм решения задачи агрегирования в наиболее общем виде может выглядеть так:

1. Выбирается вид (операция) агрегирования (аддитивное, мультипликативное или какая-либо другая функция).

2. Упорядочиваются элементы агрегируемого множества с учетом выбранного принципа (в рассмотренном выше примере упорядочение задается самим графом.).
3. Строится дерево последовательности агрегирования элементов множества и (или) их агрегатов (последовательность агрегирования опять же определяется графом).
4. В соответствии с деревом последовательно проводится агрегирование и в конечной вершине получается решение задачи (в рассмотренном примере это величина кратчайшего пути).
5. Выполняется операция дезагрегирования путем прохождения по построенному дереву в обратном порядке и применения функции, обратной (вычитание для суммирования, деление для умножения и т. п.) функции агрегирования [73].
6. В результате выполнения этой операции (применения метода обратного хода) получают элементы множества, составляющие решение: получение конкретного пути с величиной длины пути, найденной при агрегировании.

Может сложиться впечатление, что агрегирование и дезагрегирование должны применяться вместе, и что дезагрегировать можно только то, что предварительно агрегировалось. Но показатель верхнего уровня может быть просто задан – например, фонд распределения какого-либо (дефицитного) ресурса.

В качестве дезагрегирования здесь будет выступать распределение этого ресурса между потребителями. Такая задача встречается достаточно часто [74]. Рассмотрим на ее примере дезагрегирования как самостоятельной операции.

Пусть существует n предприятий – потребителей некоторого дефицитного ресурса и фонд распределения этого ресурса, R – количество ресурса в этом фонде, $z_i, i = \overline{1, n}$, – заявка i -го предприятия на ресурс (при этом s_i – реальная потребность предприятия в ресурсе, в общем случае $z_i \neq s_i$). Необходимо обеспечить все предприятия ресурсом, так как они все важны для народного хозяйства. Если суммарная заявка

$$\sum_i z_i \leq R, \quad (2.4.1)$$

то проблем не возникает, каждое предприятие получает требуемый ему ресурс и даже может остаться резерв. Проблема возникает, когда

$$\sum_i z_i > R. \quad (2.4.2)$$

Обеспечить заявки в полном объеме невозможно, значит, потребуются их сократить. Желательно сделать это с минимальной потерей эффективности. Рассмотрим несколько вариантов решения поставленной задачи, которые проиллюстрируют различные способы дезагрегирования.

Сначала определим общий подход. Предположим, есть рейтинг предприятий (аналог весов критериев выше), в котором каждому из них соответствует некоторое число p (приоритет), определяющее, насколько важным является предприятие (например, в зависимости от того, насколько нужной и уникальной является его продукция, или, как будет показано ниже, по другим критериям). Причем предприятие с приоритетом 3 в три раза важнее, чем предприятие с приоритетом 1, и ему можно выделить в три раза больше ресурса. Исходя из этого легко определить, сколько ресурса можно выделить каждому из предприятий. Разделив имеющийся ресурс на сумму приоритетов, получим «вес» единицы приоритета, а умножив его на приоритет отдельного предприятия, получим объем ресурса r_i , который может быть ему выделен:

$$r_i = p_i \frac{R}{\sum_j p_j}. \quad (2.4.3)$$

На данном этапе имеются набор заявок от предприятий $\{z_i\}$ и набор объемов финансирования $\{r_i\}$, которые могут быть выделены каждому из них. Для каждого предприятия возможны три варианта:

$$r_i < z_i, \quad r_i = z_i, \quad r_i > z_i \quad (2.4.4)$$

В первом случае ($r_i < z_i$) пока нельзя выделить ресурс для предприятия, оставляем его до следующего шага (тура). В остальных двух случаях выделяем предприятию ровно столько ресурса, сколько оно попросило (т. е. z_i). Предприятие, которому выделен ресурс, называется обеспеченным и выбывает из дальнейшего дележа ресурса. Ресурс r_i , выданный ему, вычитается из R .

Оставшиеся пока без ресурса предприятия и оставшийся ресурс переходят на следующий шаг (тур), в котором распределение продолжается.

Оставшийся ресурс распределяется пропорционально приоритетам оставшихся предприятий и выдается тем из них, которые в данном туре стали обеспеченными.

На очередном шаге остаются предприятия, ни одному из которых ресурс выделен быть не может, следуя приведенному выше принципу. Процедура распределения ресурса считается завершенной, поскольку весь ресурс полностью распределен, и все игроки получили свою долю.

Рассмотрим, каким образом могут быть получены приоритеты, на основании которых осуществляется распределение.

1. Абсолютные приоритеты. Самый простой вариант – когда приоритеты задаются лицом, принимающим решение (ЛПР) – на основе его знаний, опыта, интуиции. Это совершенно субъективный метод, но у него есть два важных достоинства – 1) он абсолютно убедителен для ЛПР; 2) он абсолютно неманипулируем поскольку приоритеты предприятий не зависят от их действий (например, заявок). То есть порядок действий в случае абсолютных приоритетов такой:

Шаг 1. ЛПР присваивает предприятиям приоритеты.

Шаг 2. Предприятия передают ЛПР свои заявки на ресурс.

Шаг 3. ЛПР распределяет ресурс между предприятиями согласно приоритетам и заявкам p_j :

$$r_i = p_i \frac{R}{\sum_j p_j}. \quad (2.4.5)$$

Однако если у ЛПР недостаточно знаний опыта и интуиции, и его приоритеты далеки от истины, распределение ресурса тоже окажется неоптимальным. Поэтому возникает вопрос поиска объективного критерия. Таким критерием могут выступать, например, сами заявки.

2. Прямые приоритеты. Самым очевидным вариантом использования заявки в качестве показателя приоритета является идея пропорциональной корректировки заявок – определить, какую часть составляет имеющийся ресурс от требуемого, и выделить всем предприятиям такую же долю заявки (т. е. приоритет каждого предприятия равен размеру его заявки):

$$r_i = z_i \frac{R}{\sum_j z_j}. \quad (2.4.6)$$

Формула отличается от предыдущей заменой p_i на z_i . Идея кажется логичной, понятной и справедливой. Теперь рассмотрим, какую реакцию у участников распределения она вызовет. Исходные данные для каждого участника:

1. Ресурса для удовлетворения всех заявок недостаточно.
2. Заявки будут удовлетворены не полностью – на определенную долю от поданных.
3. Участнику нужно s_i единиц ресурса, но если он подаст заявку s_i , то получит только $a s_i$,

где $a = \frac{R}{\sum_j z_j}$ – доля имеющегося ресурса от требуемого.

4. Поэтому, чтобы получить требуемый ресурс, участник подаст заявку

$$z_i = \frac{1}{a} s_i \quad (2.4.7)$$

По очевидным причинам $1/a > 1$ и, соответственно, $z_i > s_i$, т. е. объем заявки увеличится. Причем поскольку значение коэффициента a предприятиям может быть неизвестно, заявка увеличивается произвольно и непредсказуемо.

Естественно предположить, что догадливыми окажутся все игроки, соответственно все увеличат свои заявки, что приведет не к получению предприятиями требуемого ресурса, а к увеличению дефицита ресурса имеющегося.

От шага к шагу и дефицит, и неразбериха будут нарастать, пока заявки не достигнут некоторого естественного предела, например выполнения требования, что $z_i \leq R$. Очевидно, что ни о каком эффективном распределении в этом случае говорить не приходится.

Таким образом, простой, понятный и логичный, казалось бы, принцип распределения оказывается абсолютно неэффективным, и закономерно встает вопрос – а какой же принцип приведет к справедливому и эффективному распределению? Основное правило механизма распределения, базирующегося на прямых приоритетах,

можно сформулировать так: «больше просишь – больше получаешь». Так как оно не работает, попробуем применить и обосновать обратное правило: «больше просишь – меньше получаешь» [75].

3. Обратные приоритеты. Попробуем в качестве приоритета взять не z_i , а $1 / z_i$. Почему это правильно и логично? Рассмотрим случай (идеальный), когда есть два абсолютно одинаковых предприятия, производящих одинаковое количество идентичной продукции, одно из которых просит в два раза больше ресурса, чем второе. Без расчетов и сложных обоснований очевидно, что эффективность каждой единицы ресурса для первого предприятия в два раза ниже, чем для второго. Понятно, что в реальности все предприятия разные, и эта разница тоже должна учитываться, но если разбираться по сути, то при вычислении доли ресурса, которая может быть выделена предприятию, можно опять же воспользоваться формулой (2.4.1) со следующим уточнением:

$$r_i = p_i \frac{R}{\sum_j p_j}, \quad p_i = \frac{b_i}{z_i}, \quad (2.4.8)$$

где b_i – коэффициент, отражающий уникальность предприятия.

На первый взгляд, возникает соблазн подать очень маленькую заявку, которой будет соответствовать большой приоритет, а в итоге получить именно столько, сколько было заявлено. Напомним, что по рассмотренной выше процедуре предприятие получает минимум из двух чисел – своей заявки и того объема ресурса, который ему готовы выделить. Если заявка оказывается меньше, она полностью удовлетворяется, предприятие называется обеспеченным и выбывает из дальнейшего распределения.

Интересным свойством механизма распределения, основанного на обратных приоритетах, является то, что оптимальные заявки участников (заявки, при которых они получают в итоге максимально возможный ресурс) оказываются немного меньше их реальных запросов, причем настолько, что

$$\sum_i z_i = R. \quad (2.4.9)$$

Итак, приведем формальный алгоритм дезагрегирования (распределения ресурса), учитывающий все изложенное выше.

Пример 7. Алгоритм распределения ограниченного ресурса

Шаг 1. С предприятий собираются заявки на ресурс. Проверяется, удовлетворяют ли они условию

$$\sum_i z_i \leq R.$$

Если да, то всем выделяется требуемый ресурс, задача решена. Если нет – осуществляется переход к распределению ресурса (шаг 2).

Шаг 2. Выбирается вид используемых приоритетов: абсолютные, прямые или обратные (если учитывать вышесказанное, то абсолютные или обратные). Экспертным путем задаются абсолютные.

Рассматриваются величины заявок (либо приведенные, кратно уменьшенные величины заявок) в качестве значений прямых приоритетов. Вычисляются обратные приоритеты как величины, обратные заявкам, возможно, умноженные на b_i – коэффициент, выполняющий функцию, аналогичную абсолютному приоритету и задаваемый таким же образом.

Шаг 3. Используя приоритеты, вычисляем, сколько ресурса может быть выделено каждому предприятию по формуле (2.4.1).

Если $z_i \leq r_i$, предприятию выдается ресурс, равный его заявке. Это предприятие называется обеспеченным и в дальнейшей процедуре не участвует.

Если $z_i > r_i$, предприятие переходит в следующий тур процедуры.

Шаг 4. В следующем туре шаг 3 повторяется для оставшихся предприятий и оставшегося ресурса. Это делается до тех пор, пока появляются обеспеченные предприятия. Если на очередном шаге обеспеченных предприятий нет, оставшимся участникам выдаются вычисленные для них на основе приоритетов доли. Распределение завершено.

Приведем пример, иллюстрирующий распределение ресурса для всех трех видов приоритетов.

Пример. Пусть $R = 120$, $z_1 = 40$, $z_2 = 50$, $z_3 = 60$,

$$\sum_i z_i > R,$$

поэтому приступаем к распределению ресурса.

1. Абсолютные приоритеты.

Если для нас все предприятия равны, проще всего в этом случае присвоить им приоритеты, равные единице: $p_1 = p_2 = p_3 = 1$, то мы делим ресурс на 3 части, и выдаем каждому предприятию по 40 единиц ресурса. Предположим, что предприятие 3 для нас в два раза важнее остальных: $p_1 = p_2 = 1$, $p_3 = 2$. Тогда

$$\sum_i p_i = 4, \quad r_i = p_i \frac{R}{\sum_j p_j}, \quad r_1 = 30, \quad r_2 = 30, \quad r_3 = 60.$$

Если в первом случае требуемый ему ресурс получило только предприятие 1, то во втором – только предприятие 3. Причем если бы третье предприятие запросило немного больше ресурса, например, 65 единиц, то оно бы тоже перестало быть обеспеченным, как и остальные, хотя и получило бы ресурса в два раза больше других.

2. Прямые приоритеты.

Предположим, что решено использовать механизм прямых приоритетов. Количество ресурса и заявки предприятий прежние. Используем заявки предприятий в качестве приоритетов, для простоты подсчетов разделив предварительно каждую из них на 10. Получим

$$p_1 = 4, \quad p_2 = 5, \quad p_3 = 6, \quad \sum_i p_i = 15, \quad r_i = p_i \frac{R}{\sum_j p_j} = 8p_i, \\ r_1 = 32, \quad r_2 = 40, \quad r_3 = 48.$$

Но каждому из предприятий нужно больше ресурса. Поэтому, зная принцип распределения, каждое из них в следующий раз изменит заявку в большую сторону, чтобы после корректировки получить столько, сколько требуется.

Однако рассчитать, насколько нужно увеличить заявку, не зная стратегий остальных игроков, невозможно, поэтому изменение заявки окажется величиной случайной (например, $z'_1 = 80$, $z'_2 = 90$, $z'_3 = 70$) после чего дефицит ресурса становится равным 120 вместо 30 до изменения заявок, а пропорции требуемого ресурса полностью теряются.

3. Обратные приоритеты.

Рассмотрим распределение ресурса в том же случае с помощью механизма обратных приоритетов. Если нет никаких дополнительных предпочтений (коэффициент b_i , рассмотренный выше), то приоритеты предприятий будут $p_1 = 1/4$, $p_2 = 1/5$, $p_3 = 1/6$. Для простоты расчетов (т. е. для работы с целыми числами) умножим все приоритеты на 60 и получим $p_1 = 15$, $p_2 = 12$, $p_3 = 10$. Далее поступаем уже известным способом:

$$\sum_i p_i = 37, \quad r_i = p_i \frac{R}{\sum_j p_j} = 3,2 p_i, \quad r_1 = 48, \quad r_2 = 38, \quad r_3 = 32.$$

Здесь демонстрируется действие принципа «больше просишь – меньше получаешь». Больше ресурса механизм готов выделить первому предприятию – 48 единиц. Но заявка предприятия 1 всего 40. Поэтому оно получает 40 единиц ресурса, остается 80 единиц и происходит переход ко второму туру, в котором остаются предприятия 2 и 3 со своими приоритетами $p_2 = 12:2 = 6$, $p_3 = 10:2 = 5$ (опять пользуемся возможностью упростить цифры). Тогда

$$\sum_i p_i = 11, \quad r_i = p_i \frac{R}{\sum_j p_j} = 7,3 p_i, \quad r_2 = 44, \quad r_3 = 36.$$

Но предприятиям 2 и 3 нужно больше ресурса. Поэтому, зная принцип распределения, каждое из них в следующий раз изменит заявку в меньшую сторону, чтобы после корректировки получить больше (например, $z'_1 = 40$, $z'_2 = 45$, $z'_3 = 50$), дефицит уменьшится на 15. Теперь приоритеты равны $p_1 = 1/8$, $p_2 = 1/9$, $p_3 = 1/10$ или, например, $p_1 = 45$, $p_2 = 40$, $p_3 = 36$,

$$\sum_i p_i = 121, \quad r_i = p_i \frac{R}{\sum_j p_j} = 1 \times p_i, \quad r_2 = 45, \quad r_2 = 40, \quad r_3 = 36.$$

После второго тура распределение будет $r_1 = 40$, $r_2 = 42$, $r_3 = 38$. В результате выигрыш получает тот, кто больше снизил свои потребности [76].

Здесь важно отметить следующее. Если предприятия оцениваются только по заявке, можно упустить, что предприятие с заявкой 40 может быть меньшей мощности или давать меньший эффект, чем предприятие с заявкой 60. Это упущение можно ликвидировать, объединив абсолютные и обратные приоритеты с помощью введения коэффициентов b_i : $p_i = b_i \times (1/z_i) = b_i/z_i$. Сведем условия задачи в таблицу:

i	1	2	3
z_i	40	50	60
b_i	1	2	3
p_i	5	8	10

$$\sum_i p_i = 23, \quad r_i = p_i \frac{R}{\sum_j p_j} = 5,2 \quad p_i, \quad r_1 = 26, \quad r_2 = 42, \quad r_3 = 52.$$

Такое распределение лучше согласуется с разными масштабами предприятий.

Вернемся к основной теме и приведем не претендующую на полноту классификацию методов агрегирования, показывающую, с одной стороны, наиболее востребованные и популярные подходы, а с другой – оставляющую большое поле для добавления и самостоятельной классификации вариантов (рис. 2.4.1).

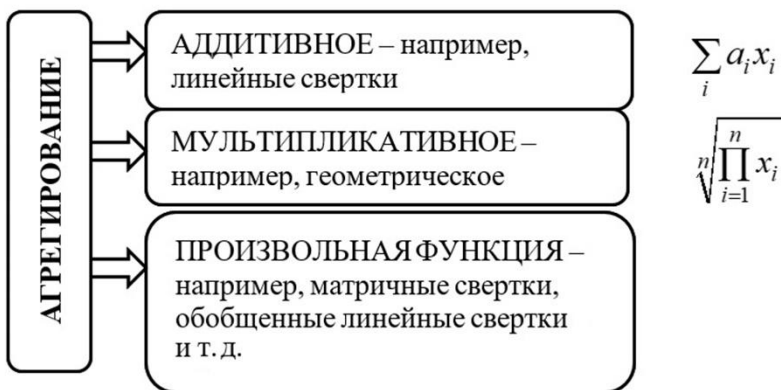


Рис. 2.4.1. Методы агрегирования

Рассмотрим эти варианты на примерах.

Аддитивное агрегирование, как следует из названия, агрегирует данные с помощью функции сложения. Такой пример был рассмотрен выше.

Остановимся немного подробнее на линейной свертке. В этом случае данные складываются с весами. Такой подход находит широкое применение, например, в технологии принятия решений, когда несколько вариантов (фирм в поиске работы, отелей или туров для отдыха, кандидатов на должность и т. п.) сравниваются по критериям, у каждого из которых своя важность – вес (которые обычно нормируются так, чтобы в сумме дать единицу). Оценка вариантов вычисляется как сумма оценок критериев, умноженных на их веса. Полученные агрегаты сравниваются. Формула линейной свертки приведена на рис. 2.4.1. Рассмотрим линейную свертку на примере.

Пример 8. Пример линейной свертки: выбор помощника

Пусть требуется выбрать помощника руководителя из трех кандидатов. Приведем несколько возможных критериев отбора (табл. 2.4.1). Будем оценивать каждого кандидата по каждому критерию по выбранной шкале. Эта шкала подбирается в соответствии с задачей так, чтобы, с одной стороны, иметь достаточную детализацию для принятия решения и получить информацию для выбора, а с другой стороны – чтобы информация не была излишне детализированной (чем больше детализация, тем больше объем вычислений).

В рассматриваемом примере возьмем привычную шкалу – 5 баллов. Оценки кандидатов по выбранным критериям отбора приведены в табл. 2.4.1. Рассмотрен вариант, когда критерии для руководителя равноценны, соответственно, веса во второй колонке проставлены равные.

Таблица 2.4.1

Критерии отбора кандидатов на должность

Критерии отбора	Вес	Кандидат 1	Кандидат 2	Кандидат 3
Коммуникабельность	1	4	5	3
Знание офисных программ	1	3	4	5
Английский язык	1	2	5	5
Внешняя привлекательность	1	5	3	2

Критерии отбора	Вес	Кандидат 1	Кандидат 2	Кандидат 3
Итог (сумма по критериям с учетом веса):	4	14	17	15

Остановимся чуть подробнее на выборе весов. Часто утверждается, что веса в сумме должны быть равны единице (или 100, если они измеряются в процентах). В этом случае в табл. 2.4.1 следовало бы указать в каждой строке в качестве веса 0,25 (или 25 соответственно). Это усложнило бы расчеты, но не изменило бы упорядочения итоговых оценок кандидатов, и кандидат 2 все равно набрал бы наибольшее количество баллов. При этом, какие бы ни были выставлены веса для критериев, и сколько бы они ни дали в сумме, их всегда можно нормировать, разделив каждый на полученную сумму. При этом вычисления, скорее всего, усложнятся, а ответ не изменится. Приведем пример корректировки (см. табл. 2.4.1).

Таблица 2.4.2

Применение нормированных критериев

Критерии отбора	Вес	Кандидат 1	Кандидат 2	Кандидат 3
Коммуникабельность	0,25	$4 \times 0,25 = 1$	$5 \times 0,25 = 1,25$	$3 \times 0,25 = 0,75$
Знание офисных программ	0,25	$3 \times 0,25 = 0,75$	$4 \times 0,25 = 1$	$5 \times 0,25 = 1,25$
Английский язык	0,25	$2 \times 0,25 = 0,5$	$5 \times 0,25 = 1,25$	$5 \times 0,25 = 1,25$
Внешняя привлекательность	0,25	$5 \times 0,25 = 1,25$	$3 \times 0,25 = 0,75$	$2 \times 0,25 = 0,5$
Итог (сумма по критериям с учетом веса):	1	3,5	4,25	3,75

Порядок претендентов сохранился – наилучшим является кандидат 2, следующим, с довольно большим отрывом, идет кандидат 3, немного от него отстает кандидат 1. Поэтому далее не будем прибегать к обязательной нормировке и ограничимся выставлением весов исходя из выбранной для них шкалы. Например, предположим, что для нашего случая будет достаточно пятибалльной шкалы.

Возможность использовать веса для критериев делает предложенный выше метод сравнения альтернатив достаточно гибким, учитывающим важность одних критериев и второстепенный характер других. В табл. 2.4.3 и 2.4.4 даны примеры весов, которые принципиально меняют выбор кандидата. В табл. 2.4.3 побеждает кандидат 3, а в табл. 2.4.4 – кандидат 1.

Таблица 2.4.3

Веса критериев, необходимых для победы кандидата 3

Критерии отбора	Вес	Кандидат 1	Кандидат 2	Кандидат 3
Коммуникабельность	1	4	5	3
Знание офисных программ	4	3	4	5
Английский язык	4	2	5	5
Внешняя привлекательность	1	5	3	2
Итог (сумма по критериям с учетом веса):	10	29	44	45

Таблица 2.4.4

Веса критериев, необходимых для победы кандидата 1

Критерии отбора	Вес	Кандидат 1	Кандидат 2	Кандидат 3
Коммуникабельность	2	4	5	3
Знание офисных программ	1	3	4	5
Английский язык	1	2	5	5
Внешняя привлекательность	4	5	3	2
Итог (сумма по критериям с учетом веса):	8	33	31	24

Еще одним важным моментом является возможность задавать требуемое количество победителей. Если при выборе помощника руководителя необходимо остановиться на одном-единственном варианте, то при подборе, например, заместителей директора, может возникнуть задача выбора трех кандидатов из пяти. Это никак не усложняет ситуацию, в соответствии с полученными баллами определяется то количество победителей, которое нам требуется.

Резюмируя вышесказанное, приведем алгоритм применения линейной свертки для выбора одной из альтернатив:

1. Выбираются альтернативы, которые будут сравниваться.
2. Выбирается количество альтернатив – победителей.
3. Выбираются критерии, по которым будет производиться сравнение альтернатив.
4. Выбирается шкала оценок для критериев, исходя из того, чтобы ее размерности хватило для учета значимых различий между альтернативами по критериям, но не было чрезмерным.
5. Проставляются оценки альтернатив по выбранным критериям.
6. Выбирается шкала весов критериев, исходя из того, чтобы ее размерности хватило для учета важных различий между критериями по их значимости.
7. Выбираются веса критериев.
8. Суммируются баллы каждой альтернативы по каждому из критериев, умноженные на вес соответствующего критерия.

9. Альтернативы сравниваются по суммарному баллу, выбирается победитель (или несколько победителей, в зависимости от условий задачи).

При неудовлетворительном результате (например, равенство баллов у двух или более претендентов) метод поддается более тонкой настройке – может быть увеличена шкала оценок, чтобы учесть более тонкие различия между альтернативами; может быть увеличена шкала весов, чтобы более точно учесть соотношение важности критериев; может быть введен дополнительный критерий. Обычно одной итерации бывает достаточно для решения поставленной задачи.

Такой метод применения агрегирования для оценки многокритериальных вариантов обладает достаточно большой точностью и простотой для активного применения на практике. И он действительно довольно часто применяется в соответствующих ситуациях.

В основе **мультипликативного агрегирования** лежит умножение, т. е. рассматриваются варианты произведений данных. Чаще всего при мультипликативном агрегировании используется среднее геометрическое, формула которого тоже приведена на рис. 2.4.1 – это корень n -й степени из произведения n чисел. Например, именно это среднее используется в финансовом анализе для моделирования темпа роста, ставки доходности за прошлые периоды. Однако прогноз финансовых показателей на будущее чаще дается с помощью среднего арифметического.

Закончим краткий обзор методов агрегирования остановившись на пункте «Произвольная функция», широко используемым методом которой являются матричные свертки.

Уже упоминалось, что операция агрегирования часто проводится последовательно – сначала над двумя элементами, потом к результату присоединяется третий и т. д. Когда для агрегирования задана простая функция – сложение, умножение и т. п., вопросов при выполнении операции не возникает. Если же функция сложная или тенденцию невозможно выразить формулой, описав ее только в табличном виде, идеальным решением проблемы становится матричное представление (важным ограничением при этом является дискретность и конечность набора значений), когда по столбцам записываются значения одного критерия, по строкам – другого, а на пересечениях указываются значения функции при этих значениях.

Все уникальные значения функции из этой матрицы переносятся в матрицу верхнего уровня в качестве значений комплексного критерия, например, по столбцам, а по строкам подключаются значения следующей агрегируемой переменной.

Таким образом, подключая последовательно в каждой следующей матрице по одному обычному или комплексному критерию, в матрице верхнего уровня получим требуемый агрегат [77].

При этом способе важную роль может сыграть последовательность, в которой будут обрабатываться переменные. Обычно она задается с помощью дерева свертки и представляет собой граф, вершинами которого являются начальные или комплексные критерии, а дуги из нижних вершин в вершины верхнего уровня показывают, в какой последовательности они сворачиваются.

2.5. Модель комплексного оценивания (М7)

Название модели: модель комплексного оценивания с помощью матричных сверток (М7).

Функция

Комплексное оценивание – это классификация (или ранговая оценка) эффективности функционирования либо состояния завершенности объектов или процессов, описываемых большим количеством исходных показателей, часто разнородных.

Под словосочетанием «разнородные показатели» подразумевается, что исходные показатели, используемые для формирования комплексной оценки, могут иметь несоизмеримые друг с другом размерности и могут задаваться в различных шкалах, а именно, одни показатели могут измеряться численными значениями (непрерывные шкалы), а другие качественными характеристиками, ранговыми показателями (дискретные шкалы).

Рекомендуется для использования на этапах ИП:

3. Измерение индикаторов.
12. Оценка достижения цели.
13. Программа реализации.
14. Анализ участия.
16. Мониторинг.

Область применения в системе ИП и (или) сценарного прогнозирования: задачи управления большими социально-экономическими системами и сложными проектами (объектами управления).

Потенциальный пользователь: руководство федеральных, отраслевых и региональных органов власти, а также предприятий и организаций; лица, формирующие решения (ЛФР); аналитики.

Уровень описываемого объекта: страна, регион, отрасль, предприятие.

Процедуры комплексного оценивания применимы для широкого класса задач управления организационными структурами на уровнях предприятия, головного предприятия и отрасли, в том числе:

- для оценки уровня выполнения программ развития и целевых комплексных программ;
- для оценки текущей эффективности и состояния производственных предприятий (головное предприятие, предприятие, цех);
- для оценки состояния других крупных социально-экономических объектов, в том числе отраслевого уровня;
- для оценки готовности либо потенциала эффективности сложных проектов.

Содержательное описание, условия применимости, преимущества

При оценке состояния сложных объектов и систем, измеряемых набором разнородных показателей, для более глубокого изучения ситуации и в последующем для принятия решений пользователю (управляющему органу или ЛПР) часто достаточно на первом этапе получить своевременное представление лишь о том, к какой категории относится состояние объекта:

- объект находится в надлежащем состоянии (оценка «отлично»);
- имеются угрозы выхода объекта из надлежащего состояния или имеются несущественные отклонения (оценка «хорошо»);
- требуются корректирующие мероприятия для улучшения состояния объекта (оценка «удовлетворительно»);
- объект находится в ненадлежащем состоянии, требующем радикальных мер (оценка «плохо»).

Иногда для функций управления достаточно ограничиваться вместо четырех указанных градаций тремя. По аналогии с индикацией оценок, используемых в программных продуктах business intelligence, в этом случае используются градации оценки в соответствии с цветами светофора: зеленый цвет – «хорошо»; желтый – «удовлетворительно», т. е. имеются угрозы илистораживающие недостатки; красный – «плохо», необходимо срочно реагировать на неприемлемую ситуацию.

На последующих этапах пользователь, используя систему комплексного оценивания, должен иметь возможность получить информацию о том, почему получилась такая оценка, найти до причин полученного результата. Далее пользователь должен иметь возмож-

ность определить, путем изменения значений каких исходных показателей можно улучшить комплексную оценку с наименьшими затратами.

Для формирования комплексной оценки необходимо сначала преобразовать все непрерывные шкалы показателей в дискретные, которые затем сворачиваются в интегрирующую, дискретную комплексную оценку. Для свертки таких дискретных показателей предлагается использовать так называемые матричные свертки. Примеры таких сверток изображены на рис. 2.5.1–2.5.3.

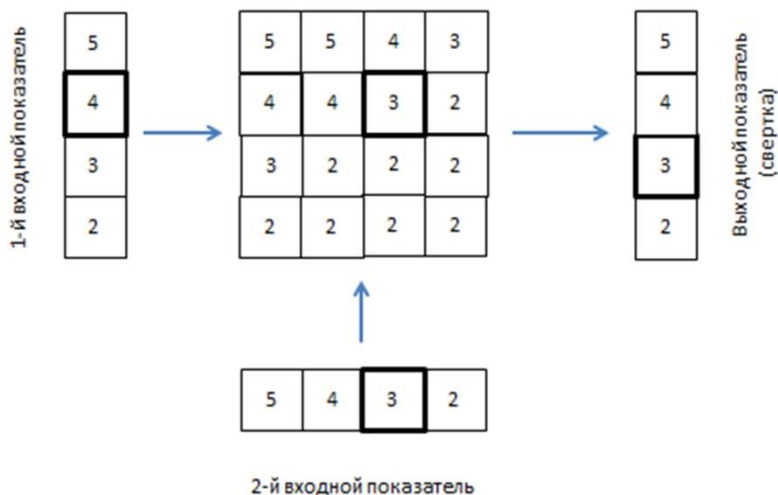


Рис. 2.5.1. Четырехзначная шкала свертки

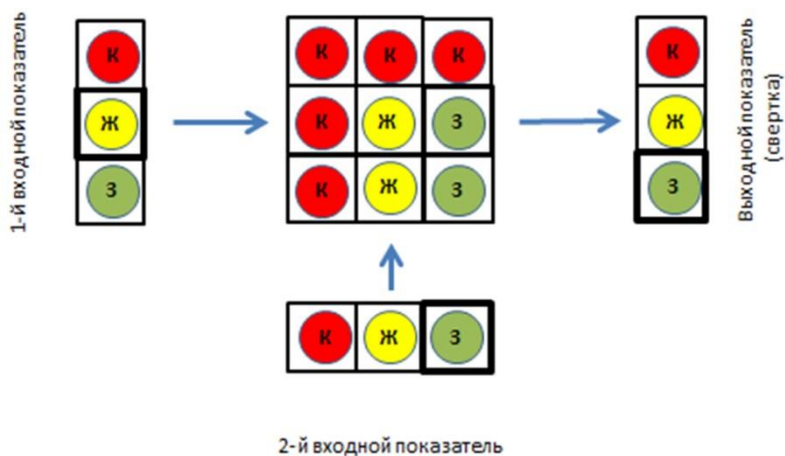


Рис. 2.5.2. Шкала свертки по типу «светофор»

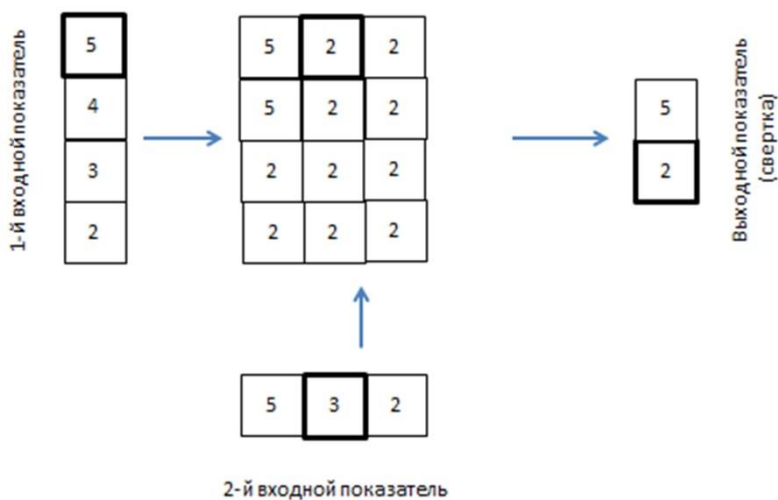


Рис. 2.5 3. Комбинированные шкалы свертки

Выше была проиллюстрирована свертка двух показателей. В случае, когда объект описывается несколькими показателями, формирование комплексной оценки осуществляется путем попарной

свертки показателей. Для этого необходимо сформировать дерево попарной свертки показателей, где каждой вершине дерева приписывается матрица свертки. Примеры некоторых вариантов формирования деревьев для случая пяти показателей изображены на рис. 2.5.4 а, б и в.

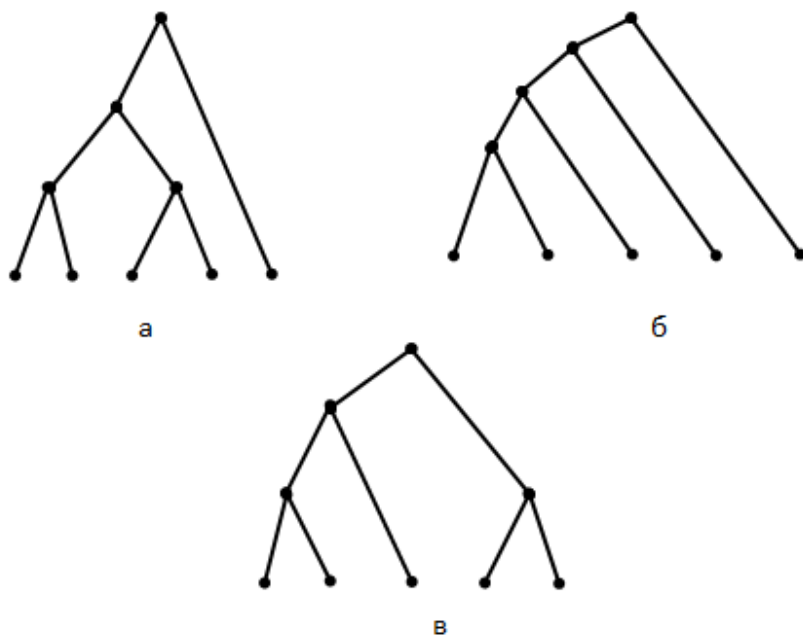


Рис. 2.5.4. Примеры видов деревьев попарной свертки показателей

Варианты формирования деревьев свертки отличаются большим разнообразием. Только на нижнем уровне дерева число вариантов попарной свертки n показателей имеет порядок $(n-1)!$.

На практике для формирования дерева свертки предлагается использовать такие связи показателей, чтобы результат свертки двух показателей имел содержательную интерпретацию. Например, может быть использована следующая процедура.

Формулируется цель объекта (сложного проекта, организации, предприятия и др.). Для этой цели формулируется количественный критерий и экспертным путем, согласно установленным дискретным уровням достижения этого критерия, определяются ранговые уровни оценок.

Далее следует разбиение цели на две подцели, формулировка критериев достижения подцелей и их количественная оценка, определение рангов по аналогичной схеме. Следом – разбиение каждой подцели на две задачи и определение количественных, а на их основе ранговых показателей решения каждой задачи. Разбиение каждой задачи на две подзадачи и т. д. до установленного уровня детализации конкретных мероприятий.

Затем осуществляется экспертная оценка связи оценок показателей при описанном дихотомическом разбиении (заполнение матриц свертки показателей).

На рис. 2.5.5 изображен пример свертки четырех показателей при шкалах свертки типа «светофор». Первый и второй показатели сворачиваются в первую промежуточную оценку, второй и третий показатели сворачиваются во вторую промежуточную оценку. Затем первый и второй промежуточные показатели сворачиваются в выходную оценку.

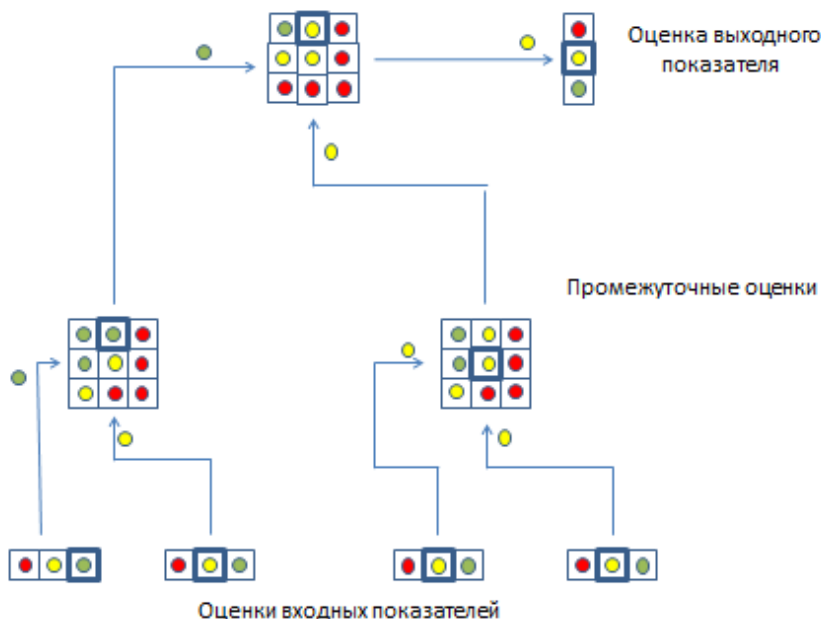


Рис. 2.5.5. Пример свертки четырех показателей



На практике часто при комплексном оценивании используются «линейные свертки» показателей. В этих свертках взвешенные значения исходных показателей, выраженных в непрерывных шкалах, складываются между собой. Веса в этих линейных свертках интерпретируются как коэффициенты важности, приоритетности, значимости соответствующих показателей.

Недостатком линейных сверток является «размывание» информации о соотношении показателей. Увеличение одного из показателей в оценке может компенсировать недопустимое уменьшение значения другого показателя. При линейных свертках не учитывается существенно нелинейный характер связи между исходными показателями.

При большом числе исходных показателей такие искажения приводят к тому, что линейная оценка не отражает эффективность функционирования оцениваемого объекта, а преимущества ее непрерывности, в отличие от дискретности предлагаемой системы оценивания, нивелируются. Подробное описание систем комплексного оценивания и их приложений можно найти в работах [78, 79, 80, 81].

Формальная постановка задачи

Создание системы комплексного оценивания включает в свой состав решение совокупности задач.

Некоторые задачи не поддаются строгому математическому описанию, так как включают в свой состав построение процедур экспертного и интерактивного формирования системы комплексного оценивания. К таким задачам относятся:

- экспертные процедуры формирования дерева свертки (выше была предложена процедура построения дерева на основе формирования структуры «цели – подцели – задачи – ... мероприятия»);
- процедуры преобразования непрерывных шкал показателей к дискретным;
- экспертные процедуры формирования матриц свертки.

Эту задачу можно представить как выбор процедуры преобразования значений заданного набора исходных показателей в совокупность конечного и промежуточных дискретных показателей, описываемую в виде дихотомического дерева матричных сверток (каждой вершине дерева, кроме корневой, соответствует промежуточный показатель, а корневой вершине соответствует конечный показатель –

результатирующая комплексная оценка). При этом выбираются также размерности дискретных шкал промежуточных и конечного показателей.

Формально задачу можно описать в виде выбора преобразования $g: P \rightarrow K$ из множества допустимых преобразований G , где P обозначает множество допустимых значений исходных показателей p_i , i – номер исходного показателя, $i = 1, \dots, n$, n – заданное число исходных показателей, K – набор конечного и промежуточных показателей и шкал их возможных дискретных значений.

Здесь множество допустимых преобразований описывается в виде дерева сверток с матрицами преобразований пары исходных значений показателей в результирующий показатель в вершинах дихотомического дерева свертки.

Решение задачи выбора преобразования g находится экспертным путем, исходя из удобства содержательной интерпретации промежуточных показателей дерева свертки пользователем.

Выделим задачу минимизации затрат на повышение уровня комплексной оценки, связанную с использованием уже построенной структуры оценок. Она формулируется следующим образом.

Обозначим $K(J)$ комплексную оценку программы при заданных оценках направлений с номерами $J = (j_1, j_2, \dots, j_m)$. Результат каждого направления обеспечивается набором мероприятий (проектов) Q_i , $i = \overline{1, m}$. Каждому проекту соответствуют затраты его реализации x_k , где $k \in Q_i$, $i = 1, \dots, m$.

Требуется определить множество проектов, обеспечивающих $K(J) = K_m$ при минимальных затратах.

Задача относится к сложным задачам дискретной оптимизации.

Рассмотрим ситуацию, когда для каждого направления i существует свое множество проектов Q_i , $i = \overline{1, m}$, причем эти множества не пересекаются. В этом случае алгоритм решения задачи становится существенно проще.

Необходимая информация, входные данные

Создание системы комплексного оценивания состоит из двух этапов:

- формирования структуры и настройки параметров системы,
- функционирования системы.

На этапе формирования и настройки входной информацией является:

- перечень исходных показателей;
- структура дерева свертки, исходя из потребностей формирования промежуточных оценок (важно участие пользователей при построении дерева целей);
- ранговые шкалы для каждого из исходных показателей (процедуры преобразования непрерывных шкал в дискретные);
- матрицы свертки на основе представлений пользователей о важности и влиянии исходных показателей на результирующую комплексную оценку (важно участие пользователей при формировании матриц свертки, учитывающих их представление об эффективности оцениваемого объекта).

На этапе функционирования системы комплексного оценивания входной информацией является текущее значение исходных показателей.

В рассмотренной выше задаче минимизации затрат входной информацией дополнительно к вышеуказанной является перечень мероприятий и проектов (привязанных к направлениям, к которым относятся входные показатели), обеспечивающих достижение повышенного планируемого уровня комплексной оценки. Для каждого из мероприятий и проектов должны предоставляться данные о величине затрат на реализацию выбранных мероприятий и проектов.

Выходные данные

На выходе системы комплексного оценивания пользователь имеет оценку эффективности состояния всего объекта согласно итоговой порядковой шкале и, при необходимости, иерархическую структуру промежуточных оценок эффективности по группам исходных показателей в соответствии с деревом свертки.

Алгоритм

Шаг 1. Решаем m задач о ранге для каждого критерия:

$$C_i(x) = \sum_{k=Q_i} c_k x_k \rightarrow \min$$

при ограничении

$$\sum_{k=Q_i} \alpha_k x_k \geq \Delta_i.$$

Как известно, решение задачи о ранце при правой части, равной ограничению Δ_i , дает оптимальные решения и для всех меньших значений правой части. Обозначим S_{ij} минимальные затраты, требуемые для достижения оценки j по i -му критерию.

Шаг 2. Поскольку структура формирования комплексной оценки является деревом, то решаем задачу, последовательно повторяя для каждой матрицы процедуры комплексного оценивания задачу с двумя переменными.

Пример 9. Выбор проектов с помощью процедуры двухуровневой матричной свертки

Рассмотрим условный пример применения модели комплексного оценивания для выбора проектов.

На рис. 2.5.6–2.5.8 приведена рассматриваемая в примере структура двухуровневой свертки.

Сначала производится свертка показателей с номерами II и III, в результате чего получается промежуточный показатель Пр. Затем промежуточный показатель сворачивается с показателем I.

Таблица затрат $S = \{S_{ij}\}$ приведена ниже (см. табл. 2.5.1).

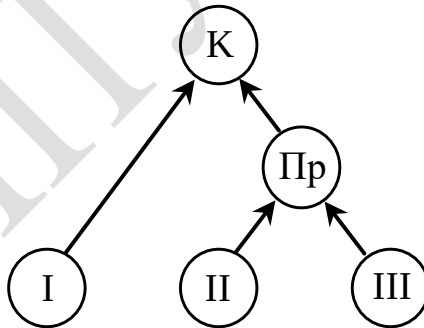


Рис. 2.5.6. Пример двухуровневой свертки

4	2	3	4	4
3	1	2	3	3
2	1	2	3	3
1	1	1	1	2
II III	1	2	3	4

Рис. 2.5.7. Свертка показателей II и III, получение значений промежуточного показателя Пр

4	2	3	4	4
3	2	2	3	3
2	1	2	3	3
1	1	1	2	2
Пр I	1	2	3	4

Рис. 2.5.8. Свертка показателей I и Пр, получение значений комплексной оценки К.

Таблица 2.5.1

Таблица затрат

$i \backslash j$	1	2	3	4
III	10	30	40	100
II	25	60	90	150
I	40	70	120	200

Рассмотрим матрицу свертки показателей II и III (см. рис. 2.5.7). Первое число в каждой клетке соответствует оценке, а второе (в скобках) – затратам, необходимым на получение этой оценки (табл. 2.5.2.)

Таблица 2.5.2

Суммарные затраты при различных комбинациях оценок направлений II и III.

4 (100)	2 (125)	3 (160)	4 (190)	4 (250)
3 (40)	1 (65)	2 (100)	3 (130)	4 (190)
2 (30)	1 (55)	2 (90)	3 (120)	3 (180)
1 (10)	1 (35)	1 (70)	1 (100)	2 (160)
III II	1 (25)	2 (60)	3 (90)	4 (150)

Для каждой оценки выбираем клетку с минимальными затратами. В результате получим табл. 2.5.3 минимальных затрат для получения того или иного значения интегральной оценки.

Таблица 2.5.3

Таблица минимальных затрат для получения интегральной оценки

Оценка	1	2	3	4
Затраты	35	90	120	190

Эти данные переносим в матрицу (рис. 2.5.7) и повторяем процедуру определения минимальных затрат уже для комплексной оценки (табл. 2.5.4).

Таблица 2.5.4

Суммарные затраты при различных комбинациях оценок направлений I и Пр

4 (190)	2 (230)	3 (260)	4 (310)	4 (390)
3 (120)	2 (160)	2 (190)	3 (240)	3 (320)
2 (90)	1 (130)	2 (160)	3 (210)	3 (290)
1 (35)	1 (75)	1 (105)	2 (155)	2 (235)
Пр / I	1 (40)	2 (70)	3 (90)	4 (200)

В результате имеем таблицу минимальных затрат, необходимых для получения того или иного значения комплексной оценки (табл. 2.5.5).

Таблица 2.5.5

Таблица минимальных затрат для получения комплексной оценки

Комплексная оценка	1	2	3	4
Затраты	75	155	210	310

Оптимальный вариант программы определяется методом обратного хода. Так, например, для комплексной оценки 3 минимальные затраты равны 210. Из табл. 2.5.4 следует, что клетке «3 (210)» соответствует оценка 3 направления I и оценка 2 направления Пр. Из табл. 2.5.2 следует, что клетке «2(90)» соответствует оценка 2 направления II и оценка 2 направления III. В итоге получаем вариант программы (2;2;3), т. е. требуется обеспечить оценки «удовлетворительно» по критериям направлений II и III и оценку «хорошо» по критерию направления I.

Описанный алгоритм легко обобщается на случай любого числа критериев и любой шкалы оценок.

В общем случае рассмотрим два способа решения задачи выбора проектов. Для этого обозначим P множество многоцелевых проектов, т. е. проектов, которые дают вклад (эффект) в несколько направлений.

Первый способ (перебор многоцелевых проектов)

Пусть число многоцелевых проектов невелико. Тогда можно просто перебрать всевозможные варианты вхождения в программу этих проектов. Таких вариантов 2^k , где k – число многоцелевых проектов. Для каждого такого варианта можно определить, какой суммарный эффект по каждому направлению должны обеспечить остальные (одноцелевые) проекты. Сравнивая между собой все 2^k вариантов, определяем оптимальный.

Пример алгоритма для многоцелевых проектов. Имеются по два одноцелевых проекта для каждого направления и два многоцелевых. Данные о проектах приведены в Таблица 2.5.6.

Таблица 2.5.6

Данные о проектах

Проекты		1	2	3	4	5	6	7	8
Затраты		10	20	45	60	100	120	50	70
Эффект	III	25	30					40	
	II			70	90			60	30
	I					160	200		120

Значения минимальных приращений критериев, требуемые для получения соответствующих оценок по направлениям, приведены в Таблица 2.5.7.

Таблица 2.5.7

Минимальные приращения критериев для получения оценок

Критерий \ Оценка	Оценка			
	1	2	3	4
III	10	30	40	60
II	30	50	120	200
I	70	120	180	250

Поскольку многоцелевых критериев два, то необходимо рассмотреть $2 \times 2 = 4$ следующих варианта.

Вариант 1. Ни один из многоцелевых проектов не включен в программу.

Решая задачи о ранце для одноцелевых критериев и трех направлений, получаем следующую таблицу затрат S_{ij} (табл. 2.5.8).

Таблица 2.5.8

Таблица затрат (вариант 1)

$i \backslash J$	1	2	3	4
III	10	10	30	–
II	24	45	105	–
I	100	100	220	220

Пусть требуемое значение комплексной оценки равно 3 (хорошо). Применяя описанный выше алгоритм, определяем минимальные затраты, если ни один из многоцелевых проектов не включен в программу: $S_{\min} = 275$.

При этом в программу включаются проекты 1, 2, 5 и 6.

Вариант 2. В программу включен многоцелевой проект 7. В этом случае по критерию направления III для достижения целевых установок, требуемых для получения оценок 1, 2 и 3, одноцелевые проекты не нужны, так как требуемое увеличение эффекта дает проект 7. Только для получения оценки 4 требуется дополнительно 20 ед. эффекта. Аналогично для направления II проект 7 обеспечивает необходимый эффект для получения оценок 1 и 2. Для получения оценки 3 необходимо дополнительно 60 ед. эффекта, а для оценки 4 – 140 ед. эффекта.

Таблица затрат для этого случая имеет следующий вид (табл. 2.5.9).

Таблица 2.5.9

Таблица затрат (вариант 2)

$i \backslash j$	1	2	3	4
III	0	0	0	20
II	0	0	60	140
I	100	100	120	120

Минимальные затраты для достижения комплексной оценки 3 на одноцелевые проекты составляют 120 ед., вместе с многоцелевым проектом 7 дает 170 единиц, поэтому $S_{\min}(7) = 170$.

Вариант 3. В программу включен многоцелевой проект 8. В этом случае необходимый прирост эффекта за счет одноцелевых проектов составит:

- для критерия направления III эффект не изменится, так как проект 8 не дает вклада в этот критерий;
- для критерия II прирост составит 0, 20, 90, 170 соответственно для получения оценок 1, 2, 3 и 4;
- для критерия I прирост составит 0, 0, 60, 130 соответственно для получения оценок 1, 2, 3 и 4.

Таблица затрат для этого случая имеет следующий вид (табл. 2.5.10).

Таблица 2.5.10

Таблица затрат (вариант 3)

$i \backslash j$	1	2	3	4
III	10	20	30	–
II	0	45	60	–
I	0	0	100	100

Минимальные затраты на одноцелевые проекты для достижения комплексной оценки 3 равны 155 ед., что вместе с многоцелевым проектом 8 составит 225 единиц.

Вариант 4. В программу включены оба многоцелевых проекта. В этом случае необходимый прирост эффекта за счет одноцелевых проектов составит:

- для критерия направления III 0, 0, 0, 20, соответственно для получения оценок 1, 2, 3 и 4;
- для критерия направления II уровня жизни 0, 0, 30, 110 соответственно для получения оценки 1, 2, 3 и 4;

– для критерия направления $I - 0, 0, 60, 130$ соответственно для получения оценок 1, 2, 3 и 4.

Таблица затрат для этого случая имеет следующий вид (табл. 2.5.11).

ИНТУРАН

Таблица 2.5.11

Таблица затрат (вариант 4)

$i \backslash j$	1	2	3	4
III	0	0	0	10
II	0	0	45	105
I	0	0	100	100

Минимальные затраты для достижения комплексной оценки 3 на одноцелевые проекты составят 55 ед., что вместе с затратами на многоцелевые проекты 7 и 8 дает 175 ед. Сравнивая все четыре варианта, выбираем второй вариант с затратами 170 ед.

В оптимальном решении в программу входят проекты 6 и 7. При этом по критерию направления III обеспечивается оценка «хорошо», по критерию направления II – «удовлетворительно», а по критерию направления I – оценка «хорошо».

Интерпретация результатов

Результатом создания системы комплексного оценивания является сформированное дихотомическое дерево свертки исходных показателей, характеризующих отклонение эффективности по определенным направлениям деятельности оцениваемого объекта от плановых, целевых или нормативных значений. В вершинах дерева определены матрицы свертки, задающие обобщенные (комплексные оценки) двух входящих показателей.

Посредством проведения последовательных сверток исходных показателей в вершинах дерева получаем комплексные оценки. В корневой вершине дерева получается конечная оценка всего комплекса исходных показателей. Обратным ходом нетрудно получить значения промежуточных оценок и провести анализ состояния оцениваемой системы. Предложенная модель позволяет определить наиболее экономичные пути повышения значения комплексной оценки.

Пример 10. Комплексная оценка проектов использования альтернативных видов энергии для тяги поездов

Приведем пример на основе модели комплексного оценивания М7 для обоснованного выбора видов энергии для тяги поездов. Рассматриваемая система комплексного оценивания инновационных проектов [82] включает следующие блоки мероприятий.

Первый блок мероприятий заключается в формировании по возможности полного списка проектов, имеющих отношение к рассматриваемой области средств и технологий.

Второй блок мероприятий заключается в составлении перечня показателей, характеризующих рассматриваемые проекты. Эти показатели определяют разнообразные и, возможно, разнородные особенности проектов, которые считаются важными для проведения оценки. Необходимо, чтобы набор показателей максимально полно отражал цели организации.

Обычно рекомендуется в состав показателей включать те, которые характеризуют объем выполненных работ, объем незавершенных работ, планируемые энергетические затраты проектируемого изделия, наличие неисследованных проблем, имеющийся зарубежный уровень исследований, наличие экспериментальных данных по использованию прототипа изделия или его опытного образца, влияние на природу, уровень безопасности, оценку времени на выполнение работ для получения опытных образцов и времени до начала возможного серийного производства, оценку времени окупаемости проекта и др.

Состав набора показателей может отличаться для разных рассматриваемых предметных областей использования проектов.

Ниже будет рассмотрен пример предметной области по разработке и внедрению инновационных энергоэффективных средств и технологий, в частности, использование альтернативных видов энергии для тяги поездов. Для этого примера будет представлен возможный перечень таких показателей. Заметим, что показатели должны отражать не только снижение затрат энергии, но и другие аспекты, касающиеся эффективности перевозочного процесса и его клиенто-ориентированности в соответствии с целями организации.

В третьем блоке мероприятий для каждого показателя из выбранного перечня формируются шкалы измерений. Представляется рациональным измерять их в дискретных шкалах, так как показатели существенно разнородны. Например, такие шкалы могут иметь

оценки вида «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично» либо по цветам светофора: «красный», «желтый», «зеленый». При отсутствии достаточно точных количественных значений показателей или в случае качественного характера показателей шкалы формируются экспертным путем.

В четвертом блоке мероприятий устанавливается порядок попарной свертки показателей в виде дерева свертки. По возможности рекомендуется при выборе показателей для попарной свертки формировать осмысленные характеристики промежуточных показателей.

Наконец, в последнем, **пятом блоке** заполняются значения матриц свертки, соответствующие вершинам построенного дерева.

Рассмотрим применение системы комплексного оценивания и классификации проектов на примере использования альтернативных видов энергии для тяги поездов.

В настоящее время в холдинге РЖД используются локомотивы двух типов: электровозы с тяговыми электродвигателями, получающими энергию из контактной электросети, и тепловозы с дизельными двигателями на дизельном топливе. Замещение углеводородного топлива альтернативными источниками является одним из важнейших направлений повышения энергоэффективности перевозок.

Блок 1. Список проектов.

Обзор возможностей использования других видов топлива для тяги локомотивов позволяет выявить следующие варианты: синтетическое жидкое топливо, природный газ, твердое топливо, водородные топливные элементы, локомотив с ядерной силовой установкой. Сюда же следует отнести перспективные инновационные транспортные технологии: магнитно-левитационную и вакуумно-левитационную.

Охарактеризуем имеющиеся научно-технические заделы и проблемы, которые необходимо решить в ходе реализации проектов по применению альтернативных видов топлива.

Синтетическое жидкое топливо. Имеется в виду применение всевозможных видов синтетического жидкого топлива, получаемого из растительного сырья. Проведенные исследования [⁸³, ⁸⁴, ⁸⁵] показали возможность применения этих видов топлива в тяговых установках локомотивов. Главным недостатком синтетических топлив является меньшая по сравнению с дизельным топливом теплота сго-

рания и, как следствие, большой расход топлива. Проблемой является разработка и внедрение технологий синтеза топлива и обеспечения производства сырьем.

Природный газ. Его использование возможно в сжатом и сжиженном состояниях.

Брянским заводом был построен и прошел испытания образец маневрового газотепловоза ТЭМ18Г на сжатом природном газе. Испытания показали, что пробег локомотива сильно ограничивается размерами емкостей для топлива, т. е. сжатый газ может применяться на локомотивах с ограниченной дальностью перевозок. Эксплуатация тепловозов на сжиженном газе требует обеспечения заправочных станций мощными компрессорными станциями.

Перспективным является использование тяговым подвижным составом сжиженного природного газа.

Во ВНИКТИ были созданы и переданы в опытную эксплуатацию магистральные газотурбовозы ГТ1h-001 (2009) и ГТ1h-002, маневровый газотепловоз ТЭМ19 [86].

Основные проблемы применения сжиженного газа связаны с эксплуатацией криогенной техники, а также организации производства и снабжения сжиженным газом железнодорожного транспорта в необходимых размерах.

Твердое топливо. Имеется опыт создания газогенераторных тепловозов и их эксплуатации на железных дорогах СССР и КНР. Газификация угля на транспортных газогенераторах происходит менее эффективно, чем в стационарных условиях, что связано с ограничением локомотивов по габаритам и весу.

Эксплуатация газотурбинного локомотива на твердом топливе может быть осуществлена двумя путями: на генераторном газе (аналогично газогенераторным тепловозам) и на основе пылеугольного способа сжигания.

Для газогенераторного газотурбовоза требуется газогенератор большей производительности, чем для тепловозов.

Для газотурбовоза с локомотивом на пылеугольном топливе актуальна задача повышения качества и полноты сгорания твердого топлива. Ее решение возможно при реализации следующих способов сжигания:

- сжигание угольной пыли в циклонной топке;

– двухступенчатое сжигание угля в топке парового котла – газификация в слое при недостатке воздуха и последующее сжигание газовой смеси;

– сжигание угольной пыли в «кипящем» слое при температуре порядка 850°C по типу стационарных парогенераторов.

Газотурбинная локомотивная установка на пылеугольном топливе требует предварительной подготовки пылевидного угля в стационарных условиях или на самом локомотиве.

Сжигание пылеугольного топлива сопровождается интенсивным износом лопаток турбины.

Основные проблемы использования твердого топлива для локомотивных энергетических установок связаны с необходимостью повышения КПД двигателей, обеспечения надежности и срока службы газогенератора, турбин, уменьшения дополнительных расходов на устройства и операции по хранению, предварительной подготовки угля, его загрузке.

Локомотив на топливных элементах. Прототип поезда на водородных топливных элементах был разработан в Японии. Поезд может развивать скорость 120 км/ч, дальность пробега на одной заправке достигает 300-400 км. В США был разработан опытный образец локомотива на водородных топливных элементах мощностью 2 тыс. л. с. «Водородный» поезд в Дании курсирует по маршруту длиной 59 км, ограниченной емкостью водородных баков.

В НИИ железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ) [87] был выполнен ряд проектов создания подвижного состава, работающего на водороде (дрезины, рельсового автобуса, автомотрисы, энерговагона и локомотива). В настоящее время разрабатывается вагон-электростанция для путевой техники, работающей в тоннелях.

Двигатели на водородных топливных элементах обладают большим количеством преимуществ. Однако для их применения на локомотивах необходимо решить ряд сложных задач:

- разработать технологию хранения водорода;
- разработать стандарты безопасности, хранения, транспортировки, применения и т. д.
- создать «водородную» инфраструктуру.

Локомотив с ядерной энергетической установкой (ЯЭУ). Конструктивная схема локомотива с ядерной силовой установкой (атомовоза) с реактором на быстрых нейтронах типа БОР-60В была разработана в 1983–1985 гг. Всероссийским научно-исследовательским

тепловозным институтом (ВНИТИ) и Коломенским заводом при участии ряда других организаций [88]. Были проработаны варианты компоновки железнодорожной энергетической установки, которая может быть использована в качестве локомотива (газотурбовоза) или передвижной электростанции. Дальнейшие работы были прекращены.

Для создания и использования локомотивов с ЯЭУ требуется решение большого числа проблем, в первую очередь связанных с безопасностью их эксплуатации, обслуживания и ремонта, громоздкостью и весовыми характеристиками, переменным режимом работы локомотива и многими другими вопросами по обеспечению герметичности, надежности и прочности трубопроводов и соединений, природоохранными мероприятиями, с созданием инфраструктуры обслуживания.

Перспективные транспортные технологии. Проведенные к настоящему времени исследования показывают перспективность использования магнитно-левитационной и вакуумно-левитационной транспортных технологий, однако их создание требует решения целого ряда фундаментальных задач.

Для транспортной технологии, основанной на использовании линейного электродвигателя и магнитного подвеса (магнитно-левитационная технология) требуется [89]:

- создание материалов для высокотемпературной сверхпроводимости;
 - создание электромагнитов, двигателей, высоковольтных выключателей, накопителей электроэнергии индуктивного типа с элементами высокотемпературной сверхпроводимости;
 - разработка конструкционных композиционных материалов с применением нанотехнологий и технологий по изготовлению изделий из них;
 - разработка автономных источников энергии большой мощности и энергоемкости для бортовых источников питания, включая водородные топливные элементы и малые ядерные установки;
 - разработка высоковольтных полупроводниковых преобразователей и других электронных компонентов большой мощности и др.
- Для вакуумно-левитационного транспорта необходимо:
- исследование аэродинамических характеристик вакуумно-левитационного транспорта в разреженной среде;

- определение параметров и конструкционных решений обеспечения вакуумной среды с учетом оптимизации затрат;
- изучение динамики движения (устойчивость транспортных средств, нагрузки, перегрузки при маневрах и др.);
- изучение пассивных и активных методов стабилизации и управления подвижным составом в процессе движения;
- исследование и расчет механических напряжений, возникающих на поверхности движущейся капсулы и трубы;
- определение параметров и конструкционных решений обеспечения вакуумной среды;
- определение предельных температур конструкции и оборудования вакуумно-левитационного транспорта, а также способности системы терморегуляции вакуумно-левитационного транспорта обеспечить тепловой режим в заданном диапазоне;
- исследование вопросов теплообмена при движении транспортного средства в вакуумной среде и др.

Большие затраты потребуются для создания транспортной инфраструктуры. Также необходима разработка комплексной системы обеспечения безопасности на основе непрерывной диагностики и защиты пассажиров и грузов от влияния негативных факторов (магнитное излучение, перегрузки при разгоне и торможении, перепад давлений и температур, и т.д.).

Блоки 2 и 3. Показатели и шкалы их измерений

Выбор состава показателей для классификации проектов осуществляется на основе анализа стратегических целей организации и оценки степени влияния ожидаемой энергоэффективности рассматриваемых проектов на эти показатели. Для наглядности и интерпретируемости системы классификации по возможности желательно использовать ограниченное число показателей. Ниже приведен пример (табл. 2.5.12), в котором установлены восемь показателей.

Таблица 2.5.12

Перечень показателей и шкалы их измерений

№	Наименование показателя	Шкала измерения показателя
1	Ожидаемое снижение удельных энергозатрат на единицу перевезенного груза и единицу расстояния	1, 2, 3, 4

№	Наименование показателя	Шкала измерения показателя
2	Стадия выполнения работ	1, 2, 3
3	Безопасность средства или технологии	1,2,3
4	Ожидаемый срок окупаемости	1,2,3
5	Капитальные вложения	1,2,3,4
6	Риск невыполнения	1,2,3
7	Срок внедрения	1,2,3
8	Дисконтированное снижение энергозатрат на период жизненного цикла технологии	1, 2, 3, 4

Первый показатель определяет ожидаемую удельную эффективность проекта по энергосбережению. Шкала по этому показателю имеет четыре значения: 1 – неудовлетворительная эффективность, при которой проект исключается от рассмотрения; 2 – возможно включение проекта при условии хороших значений других показателей; 3 – удовлетворительное значение показателя; 4 – хорошее значение показателя.

Второй показатель характеризует, на какой стадии исследований или производства находится проект. Предлагается установить три значения для этого показателя: 1 – проект находится на стадии НИР и концептуальных разработок; 2 – проект преимущественно находится на стадии опытно-конструкторских разработок; 3 – по проекту созданы опытные образцы.

Третий показатель определяет степень безопасности разрабатываемой технологии и может принимать следующие значения: 1 означает, что вопросы безопасности не решены; 2 означает в целом удовлетворительный уровень безопасности и влияния на окружающую среду, но имеются отклонения, которые могут быть устранены без существенных затрат; 3 означает, что средство или технология по рассматриваемому проекту удовлетворяет требованиям безопасности и природоохранным мероприятиям.

Четвертый показатель характеризует срок окупаемости после предполагаемого начала промышленной эксплуатации средства или технологии: значение 1 соответствует окупаемости более 15 лет; значение 2 – окупаемости не более 10 лет; при значении 3 окупаемость составляет менее 5 лет.

Пятый показатель характеризует степень затрат на создание промышленного образца и необходимой инфраструктуры для эксплуатации средства или технологии. Значение 1 указывает на объем затрат, существенно превышающий возможности организации и заинтересованных структур по финансированию проекта; 2 – проект требует значительных вложений организации и заинтересованных структур вложений; 3 – проект может быть выполнен за счет крупных, но допустимых вложений в его финансирование; 4 – проект не требует крупных вложений для реализации.

Шестой показатель характеризует риски невыполнения проекта из-за внешних и внутренних неблагоприятных условий и недостаточного обоснования надежности проекта: 1 – риск невыполнения очень высокий, 2 – риск невыполнения умеренный, 3 – риск невыполнения проекта незначительный.

Седьмой показатель определяет предполагаемый срок начала внедрения технологии: 1 – неприемлемо большой срок; 2 – условно приемлемый срок; 3 – приемлемый срок.

Восьмой показатель определяет характеристики энергоэффективности изделия или технологии в течение их жизненного цикла с учетом дисконтирования доходов. Значение 1 соответствует низкому снижению затрат; 2 – удовлетворительному снижению затрат, сопоставимому с вложениями в реализацию проекта; 3 – хорошей энергоэффективности; 4 – снижение энергозатрат значительно превышает затраты на реализацию и внедрение результатов проекта.

Как показывает приведенное описание показателей, оценки по ним должны формироваться с привлечением экспертов.

Каждый из приведенных показателей может, в свою очередь, рассчитываться на основе свертки соответствующего набора индикаторов, детализирующих данный показатель.

Заметим, что приведенные оценки показателей носят не количественный, а качественный характер и присваиваются до разработки финансовой модели проекта (табл. 2.5.13). Финансовая модель проекта разрабатывается после принятия решения о рассмотрении проекта на предмет участия в разработке.

Таблица 2.5.13

Пример значений показателей для проектов

№	Наименование проекта	Значения показателей
---	----------------------	----------------------

		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Синтетическое жидкое топливо	2	3	3	2	3	3	3	2
2	Природный газ в сжатом состоянии	3	3	3	2	3	3	3	3
3	Природный газ в сжиженном состоянии	4	3	3	3	4	3	3	4
4	Твердое топливо	3	3	3	3	3	3	3	4
5	Топливные элементы	4	2	3	3	3	3	3	3
6	Ядерная установка	3	1	1	2	1	1	1	2
7	Магнитно-левитационная технология	3	3	3	2	3	3	2	3
8	Вакуумно-левитационная технология	4	2	2	3	3	2	2	4

Блок 4. Структура дерева свертки показателей.

Структура дерева свертки устанавливается экспертами, в том числе пользователями системы комплексного оценивания проектов. Для получения промежуточного показателя целесообразно сворачивать близкие по содержанию показатели, например, свертка 5-го и 8-го показателей (см. табл. 2.5.12) характеризует прибыльность оцениваемого проекта.



Рис. 2.5.9. Дерево свертки показателей

Блок 5. Описание матриц свертки.

Ниже приведен пример построения матриц свертки (рис. 2.5.10). Номер строки определяется первым показателем, поступающим на вход соответствующего блока свертки, а номер строки – значением второго показателя. Значения элементов матриц свертки устанавливается экспертным путем на этапе настройки системы комплексного

оценивания для заданной предметной области, в данном случае для оценки перспективности проектов по созданию средств и технологий по использованию новых видов энергии для тяги поездов.

Матрица свертки А.					Матрица свертки Б				Матрица свертки В			
Вход 8					Вход 7				Вход 6			
Вход 5	4	4	3	2	Вход 4	3	3	2	Вход 2	3	2	1
	3	3	3	2		3	2	1		2	2	1
	3	3	2	1		2	1	1		1	1	1
	2	1	1	1								
Матрица свертки Г					Матрица свертки Д				Матрица свертки Е			
Вход А					Вход В				Вход Д			
Вход 1	4	3	2	1	Вход 3	4	3	1	Вход Б	4	3	1
	4	3	2	1		3	2	1		3	2	1
	3	2	1	1		1	1	1		2	1	1
	2	1	1	1						1	1	1
Матрица свертки итоговой оценки												
Вход Е												
Вход Г	4	3	2	1								
	3	3	2	1								
	3	2	1	1								
	2	2	1	1								

Рис. 2.5.10. Матрицы свертки показателей

В приведенной ниже таблице представлены результаты расчетов значений оценок для рассматриваемых проектов. Итоговая оценка

позволяет разбить проекты на классы, описывающие перспективность проектов, и может служить основой для принятия решений по форме участия организации в разработке проектов (табл. 2.5.14).

Таблица 2.5.14

Пример расчета значений промежуточных и итоговой оценок для проектов

№	Наименование проекта	Значения промежуточных и итоговой оценок						
		А	Б	В	Г	Д	Е	Итоговая оценка
1	Синтетическое жидкое топливо	3	1	3	2	4	1	1
2	Природный газ в сжатом состоянии	3	3	3	2	4	3	2
3	Природный газ в сжиженном состоянии	4	3	3	4	4	4	4
4	Твердое топливо	3	3	3	3	4	4	3
5	Топливные элементы	3	3	2	3	3	3	3
6	Ядерная установка	2	1	1	2	1	1	1
7	Магнитно-левитационная технология	3	2	3	3	4	3	3
8	Вакуумно-левитационная технология	3	2	3	3	4	3	3

Так, например, относительно проектов под номерами 1 и 6 может быть принято решение о неучастии организации в их разработке. По проекту с номером 2 может рассматриваться участие в предоставлении грантов на исследование в случае появления новых прорывных идей. По проектам с номерами 4, 5, 7, 8 возможно предоставление субсидий на проведение работ по отдельным составляющим проектов в рамках финансирования с участием других заинтересованных организаций. По проекту с номером 3 возможно активное участие организации в финансировании.

Заметим, что приведенная процедура предварительного отбора проектов может служить исключительно как система поддержки

принятия решений с использованием и обработкой мнений экспертов. Окончательное решение о степени участия организации в инвестировании рассматриваемых проектов должно рассматриваться на основе дальнейшего построения финансовой модели и бизнес-плана наиболее перспективных проектов, а также с использованием методик, представленных в стандартах и распорядительных документах организации, в том числе [90, 91, 92].

Отметим, что для выделения наиболее перспективных проектов из каждого класса можно применить описанную выше процедуру классификации с целью упорядочения проектов по приоритетности. Для этого формируется новый перечень исходных показателей, структура и матрицы свертки.

Выводы

1. Система комплексного оценивания предназначена для оценки состояния сложных социально-экономических объектов, целевых программ, сложных проектов.

2. Область применимости – страна, отрасль, головное предприятие, предприятие. Пользователями системы комплексного оценивания являются в основном руководители соответствующих организаций и проектов.

3. Система комплексного оценивания позволяет осуществлять оценку как в целом по объекту, так и по группам показателей, относящихся либо к части объекта, либо по определенному направлению его деятельности.

4. Система комплексного оценивания позволяет, двигаясь от общего к частному, определять причины неудовлетворительной деятельности и находить наименее затратные мероприятия из заданного перечня мероприятий.

5. Система комплексного оценивания имеет преимущества по сравнению с широко используемой линейной сверткой показателей, так как позволяет отследить нелинейные соотношения уровней исходных показателей.

6. Система комплексного оценивания довольно трудоемка при настройке, требует участия пользователя и экспертов, однако в процессе эксплуатации легко автоматизируема и малозатратна.

2.6. Модель классификации отклонений фактических и плановых значений скалярного индикатора (М8)

Название модели: модель классификации отклонений фактических и плановых значений скалярного индикатора.

Функция модели: отнесение фактических индикаторов к четырем классам в зависимости от степени достижения или перевыполнения целевых (плановых) значений индикаторов.

Рекомендуется к использованию на этапах ИП:

12. Оценка достижения цели.
13. Программа реализации.
14. Анализ участия.
16. Мониторинг.

Область применения в системе ИП и (или) сценарного прогнозирования.

Модель применяется в качестве математической основы построения алгоритма и программы функционирования базового модуля адаптивного планирования, контроля и оценки скалярного индикатора.

Потенциальные пользователи: лица, принимающее решение по результатам классификации фактических индикаторов в цифровой подсистеме ИП и (или) сценарного прогнозирования.

Уровень описываемой модели опережает мировой уровень за счет применения:

- новых результатов исследований в области теории организационного управления;
- уникальных технологий искусственного интеллекта (ИИ) – процедур цифрового обучения.

Методы работы с базовыми индикаторами:

- инновационные методы теории организационного управления;
- уникальные методы цифрового обучения.

Содержательное описание модели

В модели ставятся и решаются задачи:

- минимизации рисков лица, принимающего решения, основанных на классификации отклонений фактических значений индикаторов от плановых;
- согласования интересов ЛПР и лица, ответственного за выполнение индикативного плана (исполнителя);
- идентификации возможностей и скрытых резервов (потенциала) исполнителя;
- мотивации исполнителя к использованию своего потенциала в интересах системы в целом.

Для решения этих задач в модели используется инструмент ИИ – цифровое обучение.

Условия применимости модели:

- субъектность ЛПР (желание и возможность принимать значимые решения в сфере ответственности);
- стационарность или квазистационарность стохастических процессов изменения потенциала исполнителя;
- настройка модели путем реализации необходимого числа циклов «метод – алгоритм – программа – внедрение»;
- перенастройка модели при скачкообразных изменениях характеристик потенциала исполнителя.

Преимущества модели:

- минимум рисков ЛПР при принятии решений;
- освобождение ЛПР от рутинных функций управления за счет использования ИИ в автоматизированном режиме;
- заинтересованность исполнителя в раскрытии своего потенциала в интересах системы в целом;
- возможность ЛПР идентифицировать возможности и скрытые резервы исполнителя.

Общие положения

Фундаментальные основы индикативного планирования. Результаты разработки систем управления активными системами – большими иерархическими организациями, с учетом человеческого

фактора, были опубликованы в коллективной монографии [93]. Теория, методология и методы построения адаптивных механизмов функционирования больших социально-экономических систем в условиях динамики и неопределенности представлены в монографии [94]. На базе этих механизмов, были разработаны теория, методология и методы управления эволюцией больших социально-экономических систем в условиях изменений [95].

Фундаментальные результаты, полученные в вышеуказанных монографиях, стали теоретической основой для исследования моделей и разработки методов обеспечения федеральной, региональной, муниципальной и корпоративной безопасности в условиях быстрых изменений [96]. Исследования, разработки и обобщения этих моделей и методов привели к формированию методологии обеспечения общественной безопасности [97].

Организационная система ИП (ОСИП). Для достижения целей индикативного планирования необходимо формирование ОСИП, обеспечивающей реализацию положений стратегических документов РФ. ОСИП призвана обеспечить достижение целей ИП с помощью исполнителей. Для этого ОСИП должна располагать инструментами (механизмами, процедурами, алгоритмами и программами), позволяющими эффективно выявлять и устранять отклонения от целей, указанных в стратегических документах РФ.

Концепция достижения цели ИП в цифровизованной подсистеме ИП и (или) сценарного прогнозирования состоит в том, чтобы количественно оценивать выполнение каждого индикативного плана, а затем оперативно управлять изменением показателей на основе отклонений фактических значений индикаторов от плановых.

Ввиду наличия десятков тысяч индикаторов в документах ИП на практике указанная концепция может быть реализована только на фундаменте теории организационного управления. А для обработки больших данных об индикаторах в режиме реального времени требуются эффективные инструменты ИИ.

Но для этого нужны теоретически обоснованные алгоритмы организационного управления, использующие инструменты ИИ. А для их внедрения необходима многократная реализация типового цикла «теория – методология – методы – алгоритмы – программы – внедрение» применительно к организационному управлению ИП, использующему инструменты ИИ.

Постановка задачи

Дихотомическая классификация в условиях неопределенности.

Рассмотрим двухуровневую организационную систему ИП, на верхнем уровне которой находится субъект ИП, возглавляемый ЛПР, а на нижнем – объект ИП, возглавляемый дальновидным исполнителем (ДИ) индикативных планов. По сути, ЛПР поручает ДИ руководить объектом, потенциал и возможности которого должны быть мобилизованы для выполнения индикативных планов.

Многие задачи ЛПР сводятся к отнесению ДИ к одному из двух классов (например, успешных или неуспешных ДИ). В зависимости от результата такой дихотомической классификации, осуществляется управление (например, стимулирование успешного ДИ или наказание неуспешного ДИ). Для проведения такой классификации ЛПР необходимо решающее правило.

Предположим вначале, что ЛПР обладает достаточно полной априорной информацией и может использовать правила теории статистических решений. Обозначим через t период времени, $t = 0, 1, \dots$. Пусть z_t – случайная величина, характеризующая потенциальные возможности (например, минимальное значение индикатора) объекта в периоде t , $z_t \in \Delta \subset R^1$. Задача дихотомической классификации в условиях неопределенности связана с отнесением z_t к одной из двух областей, составляющих множество Δ . Неправильная классификация приводит к потерям.

Предположим, что ЛПР известна плотность распределения $q(z)$ случайной величины z . Обозначим через $\{\Delta_1, \Delta_2\}$ некоторое разбиение множества Δ на две области, $\bigcup_1^2 \Delta_k = \Delta$. При ранжировании, т. е. при отнесении ситуации z_t к одной из этих областей, ЛПР принимает решение, связанное с некоторым риском. Задача состоит в определении разбиения, минимизирующего средний риск, связанный с классификацией.

Введем для каждой, пока неизвестной области Δ_k , $k = \overline{1, 2}$, функции потерь дихотомической классификации:

$L_1(c, z)$ – потери в случае присвоения ДИ величине z класса 1, в то время как $z \in \Delta_2$;

$L_2(c, z)$ – потери в случае присвоения ДИ величине z класса 2, тогда как $z \in \Delta_1$.

Здесь c – неизвестный параметр разбиения множества Δ на две области. При этом принадлежность z той или иной области определяется знаком решающего правила

$$\mu_{12}(c, z) = L_1(c, z) - L_2(c, z):$$

$$z \in \Delta_1 \text{ при } \mu_{12}(c, z) < 0, \text{ и } z \in \Delta_2 \text{ при } \mu_{12}(c, z) \geq 0. \quad (2.6.1)$$

Задача состоит в определении решающего правила (2.6.1), минимизирующего средний риск, связанный с классификацией.

Заметим, что решающее правило (2.6.1) задается параметром c . Тем самым задача определения оптимального решающего правила сводится к определению значения параметра c . А именно, параметр c должен быть выбран таким образом, чтобы минимизировать средний риск, связанный с классификацией:

$$J(c) = \sum_{k=1}^2 \int_{\Delta_k} L_k(c, z) q(z) dz \rightarrow \min_c. \quad (2.6.2)$$

Условие минимума среднего риска (2.6.2) можно записать в виде:

$$M_z \left\{ \sum_{k=1}^2 \hat{B}_k(c, z) \partial L_k(c, z) / \partial c \right\} = 0, \quad \hat{B}_k(c, z) = \begin{cases} 1 & \text{при } z \in \Delta_k, \\ 0 & \text{иначе,} \end{cases} \quad (2.6.3)$$

где M_z – оператор математического ожидания. Для простоты ниже будем рассматривать линейные функции потерь: $L_1(c, z) = z - vc$, $0 < v < 1$, $L_2(c, z) = d(c - z)$, $d > 0$. Подставляя эти выражения в формулу (2.6.1), получаем решающее правило в виде:

$$z \in \Delta_1 \text{ при } z < (d + v)c / (d + 1),$$

$$z \in \Delta_2 \text{ при } z \geq (d + v)c / (d + 1). \quad (2.6.4)$$

Теперь, зная $q(z)$, можно найти параметр c как решение задачи (2.6.2) из условия (2.6.3). Однако в стохастической среде априорной информации часто недостаточно. Возникает необходимость в настройке решающего правила так, чтобы минимизировать потери

классификации. ЛПР может проводить эту настройку с помощью какой-либо процедуры цифрового обучения, наблюдая вход и выход объекта, управляемого исполнителем.

Предположим, что значение $q(z)$ неизвестно ЛПР. Поэтому непосредственное определение значения параметра c , решающего задачу оптимизации (2.6.2), невозможно. Поэтому нужно настроить параметр решающего правила C по наблюдениям последовательности z_t , чтобы минимизировать значение выражения (2.6.2).

Применяя метод стохастической аппроксимации для решения (2.6.2), с учетом (2.6.4) нетрудно показать, что процедура настройки параметра решающего правила с помощью процедуры цифрового обучения имеет вид

$$c_{t+1} = I(c_t, z_t) = \begin{cases} c_t + \gamma_t v \text{ при } z_t < (d+v)c_t / (d+1), \\ c_t - \gamma_t d \text{ при } z_t \geq (d+v)c_t / (d+1), \end{cases} \quad (2.6.5)$$

где $c_0 = c^0, t = 0, 1, \dots$, γ_t – коэффициент адаптации в периоде t , $\gamma_t > 0, \sum_{t=0}^{\infty} \gamma_t < \infty$. При этом

$$c_t = I(c_t, z_t) \xrightarrow[t]{c} c^* = \operatorname{argmin}_c J(c) \xrightarrow[t]{c} c^*. \quad (2.6.6)$$

Двухуровневая организационная система индикативного планирования

Рассмотрим функционирование организационной системы, состоящей из ЛПР и ДИ, пользуясь результатами, полученными выше.

Предположим, что потенциал z_t становится известным ДИ перед выбором фактического индикатора y_t в периоде t , но остается неизвестным ЛПР. Исходя из того, что фактический индикатор не может быть ниже потенциала (т. е. $y_t \geq z_t$), ДИ выбирает y_t так, чтобы максимизировать свою целевую функцию, зависящую от текущих и будущих классов, присваиваемых ЛПР.

ЛПР же наблюдает только фактический индикатор y_t , не обязательно совпадающий с потенциалом ДИ. В условиях неполной информированности ЛПР приходится определять класс ДИ с помощью процедуры цифрового обучения (2.6.5). Формально класс $\phi_t =$

$f(a_t, y_t)$, где a_t – текущая оценка параметра решающего правила, получаемая посредством процедуры цифрового обучения, подобной (2.6.5):

$$a_{t+1} = I(a_t, y_t) = \begin{cases} a_t + \gamma_t v & \text{при } y_t < (d + v)a_t / (d + 1), \\ a_t - \gamma_t d & \text{при } y_t \geq (d + v)a_t / (d + 1), \end{cases} \quad (2.6.7)$$

где $a_0 = c^0, t = 0, 1, \dots$. В общем случае $y_t \neq z_t$, так что $a_t \neq c_t, t = 1, 2, \dots$. Поэтому оценка a_t , рассчитываемая с помощью процедуры цифрового обучения (2.6.7), не сходится к оптимальной оценке c^* , определяемой согласно (2.6.6). Таким образом, возникает проблема определения c^* . Содержательно ее причина в том, что ЛПР не имеет возможности учитывать случайные помехи и другие факторы, которые становятся известны ДИ в процессе работы. Это не только увеличивает значение индикатора, но и делает алгоритм (2.6.7) неэффективным.

Механизм дихотомической классификации с цифровым обучением

Рассмотрим задачу обеспечения сходимости оценки a_t , рассчитываемой с помощью процедуры цифрового обучения (2.6.7), к наилучшей оценке c^* , определяемой согласно формуле (2.6.6):

$$a_t = I(a_t, y_t) \rightarrow_t c^*. \quad (2.6.8)$$

Для достижения сходимости (2.6.8) воспользуемся процедурами дихотомической классификации индикатора и цифрового обучения, объединенными в механизм дихотомической классификации с цифровым обучением $\Sigma = (I, f)$ (рис. 2.6.1).

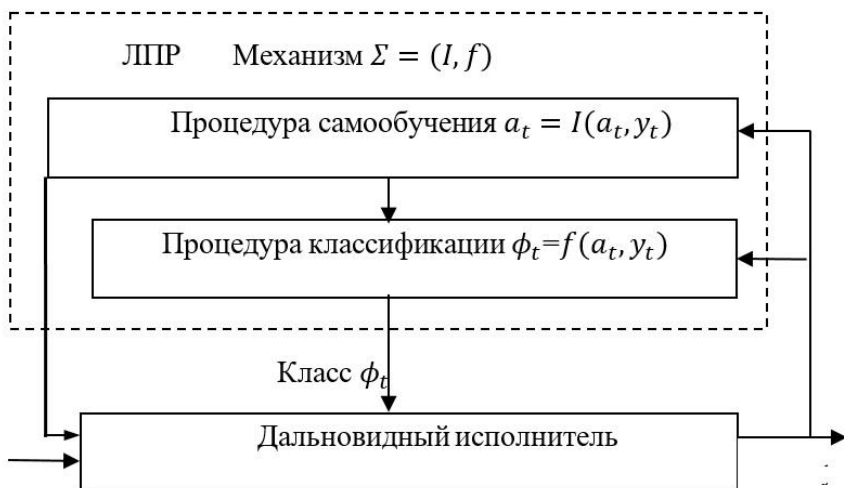


Рис. 2.6.1. Организационная система и механизм дихотомической классификации с цифровым обучением $\Sigma = (I, f)$

Таким образом, в двухуровневой организационной системе, показанной на рис. 2.6.1, ЛПР задает механизм $\Sigma = (I, f)$, позволяющий формировать норматив оценивания a_t с помощью процедуры цифрового обучения (I), а затем производить классификацию на основе сопоставления a_t с фактическим выходом ДИ y_t .

Целевая функция дальновидного исполнителя

Рассмотрим следующий порядок функционирования организационной системы, показанной на рис. 2.6.1, в периоде t , $t = 0, 1, \dots$. В начале периода t ДИ узнает значение $z_t, z_t \in \Delta$, и выбирает выход $y_t^*, y_t^* \geq z_t, t = 0, 1, \dots$

Со своей стороны, ЛПР, основываясь на наблюдаемой величине y_t^* и известной оценке a_t , формирует оценку a_{t+1} в следующем периоде $t + 1$ с помощью процедуры цифрового обучения (2.6.7). Одновременно ЛПР определяет класс ДИ $\phi_t = f(a_t, y_t^*)$. Чем выше этот класс, тем больше стимул ДИ в периоде t .

Зная порядок и механизм функционирования системы, ДИ выбирает значение индикатора так, чтобы увеличить свою целевую функцию V_t , зависящую как от текущих, так и от будущих классов $\phi_\tau = f(a_\tau, y_\tau)$, $\tau = t, t + \theta$:

$$V_t = \sum_{\tau=t}^{t+\theta} \rho^{\tau-t} f(a_\tau, y_\tau), \quad (2.6.9)$$

где ρ – коэффициент дисконтирования, $0 < \rho < 1$, θ – количество периодов, учитываемых ДИ (дальновидность).

Будем предполагать, что ДИ и ЛПР известно, что $z_\tau \leq y_\tau$ и $z_\tau \in D$ в каждом периоде τ , $\tau = t+1, t+\theta$. Чтобы выбрать индикатор y_t в условиях такой неопределенности, ДИ ориентируется на гарантированное значение (2.6.9):

$$w_t(y_t) = \min_{z_t \in D, \tau=t+1, t+\theta} \min_{y_\tau \geq z_\tau} V_t \quad (2.6.10)$$

ДИ выбирает y_t^* так, чтобы максимизировать функцию (2.6.10). При этом множество возможных его выборов имеет вид:

$$W_t(\Sigma, z_t) = \{y_t^* \geq z_t \mid w_t(y_t^*) \geq w_t(y_t), y_t \geq z_t\}. \quad (2.6.11)$$

Предположим, что множество (2.6.11) включает точку z_t . Тогда будем говорить, что справедлива гипотеза благожелательности ДИ по отношению к ЛПР, если ДИ выбирает $y_t^* = z_t$, $t=0, 1, \dots$

Оптимальный механизм дихотомической классификации с обучением

Обратимся к текущей практике управления большими социально-экономическими системами. Во-первых, процедуры оценки, планирования, классификации и стимулирования обычно разрабатываются таким образом, чтобы стимулы росли по мере роста индикаторов эффективности по сравнению с текущими их оценками (нормами, планами). Обычно стимулирование проводится при условии превышения этих оценок [98]. Следовательно, чем выше оценка, тем сложнее получить стимул.

Во-вторых, процедура прогнозирования (планирования) обычно организована таким образом, что прогноз (план) в каждом последующем периоде увеличивается на определенный процент от достигнутого сегодня результата (так называемое «планирование от достигнутого уровня»). Тогда будущий прогноз (план) будет тем выше, чем выше достигнуты сегодняшние индикаторы. Поэтому ДИ может быть не заинтересован в превышении плана (поскольку чем выше план в будущем, тем сложнее будет получить стимул).

Таким образом, возникает проблема незаинтересованности ДИ в раскрытии потенциала. В этом случае $y_t \neq z_t$, и определить c^* невозможно. Решение этой проблемы дает следующая теорема [95].

Теорема. Механизм дихотомической классификации с цифровым обучением $\Sigma = (I, f)$, в котором процедура обучения I удовлетворяет (2.6.7), а процедура классификации f удовлетворяет условиям

$$f(a_t, y_t) = \Theta(y_t - x_t), \quad x_t = a_t(d + v) / (d + 1), \quad (2.6.12)$$

$$\Theta(y_t - x_t) = \begin{cases} 1 & \text{при } y_t \geq x_t, \\ 0 & \text{при } y_t < x_t, \end{cases} \quad (2.6.13)$$

обеспечивает:

- раскрытие потенциала ДИ: $y_t^* = z_t$, $t=0, 1, \dots$;
- наилучшую оценку (идентификацию) потенциала ДИ (2.6.8);
- минимизацию среднего риска ЛПР при классификации (2.6.2).

По сути, данная теорема определяет условия согласования интересов ДИ с интересами ЛПР.

Алгоритм оценивания параметров решающего правила и классификации (по классам)

Чтобы сделать результаты работы ДИ более наглядными для заинтересованных лиц, ЛПР может регулярно (например, ежемесячно) относить фактическое значение индикатора ДИ к четырем классам – отличных (1), хороших (2), удовлетворительных (3) и плохих (4) значений индикаторов.

Такое отнесение к четырем классам фактических индикаторов при ИП строится с использованием отклонения фактического индикатора y_t , который рассчитывается как разница между фактическими значениями индикатора f_t и плановыми (стандартными) S_t в периоде t : $y_t = f_t - S_t, t = 0, 1, \dots$. Теперь, основываясь на индикаторе отклонения y_t , ЛПР может использовать процедуру цифрового обучения типа (2.6.7) и условия теоремы.

В частности, отнесение фактических индикаторов ДИ к четырем классам на основе адаптивного оценивания осуществляется с помощью описываемого ниже алгоритма определения оценок параметров решающего правила и классификации индикаторов с использованием теоремы.

1. Если индикатор y_t неотрицательный ($y_t \geq 0$), то класс индикатора может быть равен 3 или 4. При этом линейные функции потерь имеют вид:

$y_t - v^{34} a_t^{34}$ – потери в случае ошибочного присвоения класса 4, $0 < v^{34} < 1$,

$d^{34} (a_t^{34} - y_t)$ – потери в случае ошибочного присвоения класса 3, $d^{34} > 0$,

где a_t^{34} – параметр, настраиваемый согласно алгоритму (2.6.7).

В соответствии с теоремой решающее правило имеет следующий вид:

1.1. Если

$$y_t \geq x_t^{34}, \quad x_t^{34} = a_t^{34} (d^{34} + v^{34}) / (d^{34} + 1), \quad t = 0, 1, \dots, \quad (2.6.14)$$

$$a_\tau^{34} = \begin{cases} a_{\tau-1}^{34} + \gamma_{\tau-1} v^{34} & \text{при } y_{\tau-1} < x_{\tau-1}^{34} \\ a_{\tau-1}^{34} - \gamma_{\tau-1} d^{34} & \text{при } y_{\tau-1} \geq x_{\tau-1}^{34} \end{cases}, \quad \tau = 1, 2, \dots, \quad a_0^{34} = c_0^{34},$$

то класс индикатора в периоде t равен 4.

1.2. Если $0 \leq y_t < x_t^{34}$, то класс индикатора в периоде t равен 3.

2. Если индикатор y_t – отрицательный ($y_t < 0$), то класс индикатора может быть равен 1 или 2. При этом линейные функции потерь имеют вид:

$y_t - v^{12} a_t^{12}$ – потери в случае ошибочного присвоения класса 2,
 $0 < v^{12} < 1$;

$d^{12} (a_t^{12} - y_t)$ – потери в случае ошибочного присвоения
 класса 1, $d^{12} > 0$,

где a_t^{12} – параметр, настраиваемый согласно алгоритму (2.6.7). В со-
 ответствии с теоремой решающее правило имеет следующий вид.

2.1. Если

$$x_t^{12} \leq y_t < 0, \quad x_t^{12} = a_t^{12} (d^{12} + v^{12}) / (d^{12} + 1), \quad t = 0, 1, \dots, \quad (2.6.15)$$

$$a_\tau^{12} = \begin{cases} a_{\tau-1}^{12} + \gamma_{\tau-1} v^{12} & \text{при } y_{\tau-1} < x_{\tau-1}^{12}, \\ a_{\tau-1}^{12} - \gamma_{\tau-1} d^{12} & \text{при } y_{\tau-1} \geq x_{\tau-1}^{12}, \end{cases} \quad \tau = 1, 2, \dots, \quad a_0^{12} = c_0^{12},$$

то класс индикатора в периоде t равен 2.

2.2. Если $y_t < x_t^{12}$, то класс индикатора в периоде t равен 1.

Величины x_t^{34} и x_t^{12} будем называть соответственно положи-
 тельной и отрицательной нормой индикатора в периоде t , $t = \overline{0, 12}$.

Пример 11. Расчет и интерпретация классов отклоне- ний на основе алгоритма оценивания параметров решаю- щего правила и классификации

Рассмотрим пример расчета параметров решающего правила
 норм индикатора и классов с помощью описанного выше алгоритма
 для временного ряда индикатора y_t (показанного черным цветом на
 рис. 2.6.2) в течение года, $t = \overline{0, 12}$. Положительная (синяя) и отрица-
 тельная (красная) нормы индикатора x_t^{34} и x_t^{12} рассчитываются по-
 месячно, $t = \overline{0, 12}$. Как видно из рис. 2.6.2, процедуры (2.6.14) и
 (2.6.15) обеспечивают сходимость норм x_t^{34} и x_t^{12} к их стационар-
 ным значениям.

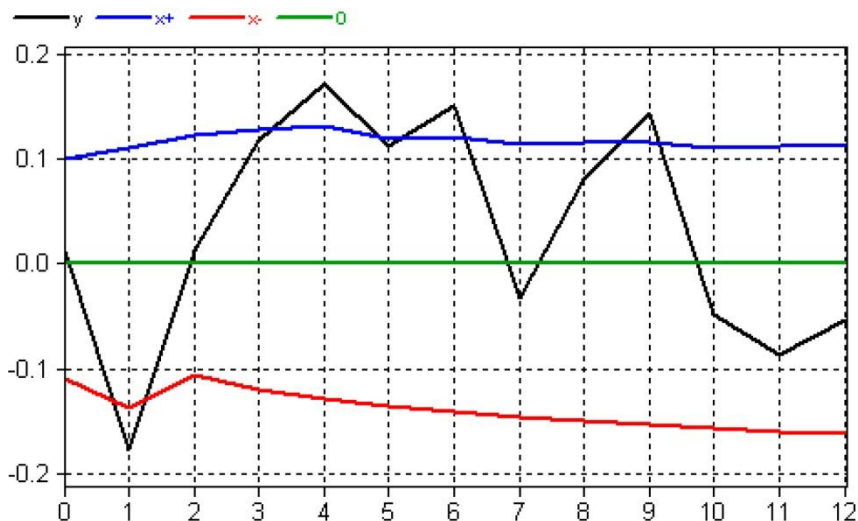


Рис. 2.6.2. Динамика индикатора y_t , а также положительной и отрицательной норм индикаторов x_t^{34} и x_t^{12} , $t = \overline{0,12}$



Далее ЛПР определяет класс индикатора r_t в периоде t . Если текущий индикатор y_t неотрицателен ($y_t \geq 0$), то ДИ может быть присвоен класс 3 или 4. Если же текущий индикатор y_t отрицателен ($y_t < 0$), то ДИ присваивается класс 1 или 2. Таким образом, процедура классификации индикатора ДИ в периоде t имеет вид:

$$r_t = \begin{cases} 4 & \text{при } y_t \geq x_t^{34}, \\ 3 & \text{при } 0 \leq y_t < x_t^{34}, \\ 2 & \text{при } x_t^{12} \leq y_t < 0, \\ 1 & \text{при } y_t < x_t^{12}, \end{cases} \quad t = \overline{0,12}, \quad (2.6.16)$$

где r_t – класс индикатора ДИ. На рис. 2.6.3 показан график классов индикатора r_t ДИ, рассчитываемых по формуле (2.6.16), $t = \overline{0,12}$.

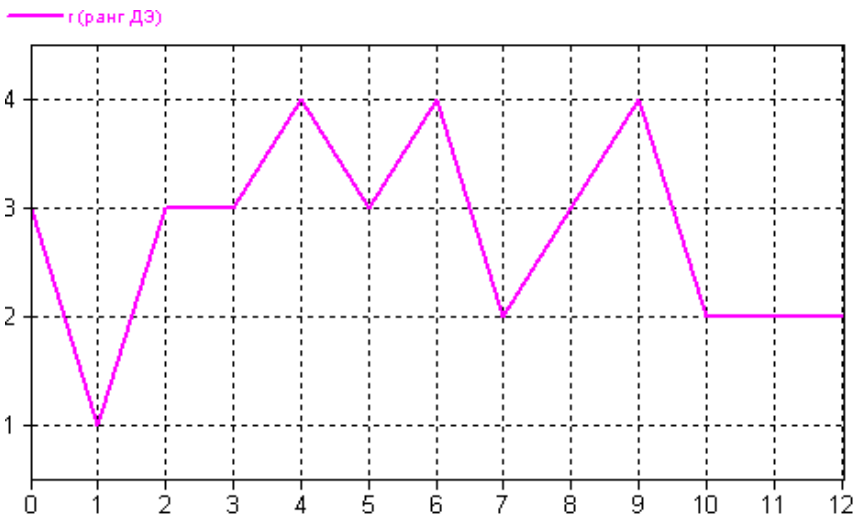


Рис. 2.6.3. Динамика классов индикатора $r_t, t = \overline{0,12}$

Содержательно, отрицательная норма x_t^{12} – это верхний порог индикатора y_t , соответствующий отличной работе ДИ. Положительная норма x_t^{34} – это верхний порог индикатора y_t , соответствующий удовлетворительной его работе. Если значение индикатора выше этой нормы, то работа ДИ считается плохой.

Чем ниже номер класса, тем больше стимулы ДИ. Обозначим через s_t стимул в периоде t . Формально процедура стимулирования такова, что стимул $s_t = S(r_t)$ монотонно возрастает с понижением r_t . Учитывая (2.6.16), получаем, что чем ниже значение индикатора y_t , тем выше класс ДИ.

Кроме того, согласно (2.6.14) и (2.6.15), чем ниже индикатор y_t , тем выше нормы на следующий период (x_t^{12} и x_t^{34}). Таким образом, при снижении индикатора y_t ДИ получает не только более высокое поощрение s_t , но и достижение норм x_t^{12} и x_t^{34} для него в будущем облегчается. В результате, в соответствии с теоремой, принятые процедуры (2.6.14)–(2.6.16) обеспечивают использование возможностей ДИ для снижения индикатора.

Пример 12. Расчет пороговых значений классов скалярных индикаторов

Описанный выше алгоритм и его модификации апробированы при определении планов, пороговых значений и классов 81 основного индикатора национальной безопасности. Соответствующие расчеты проводились с помощью программы, разработанной А.А. Добровым, и включающей Python-пакет модулей, реализующих описанный выше алгоритм.

Рассмотрим в качестве примера результаты этих расчетов в отношении скалярного индикатора «Потребление топливно-энергетических ресурсов на одного занятого» в РФ за период 2012–2021 гг.

В табл. 2.6.1 указаны: календарный номер года K , $K = 2012, 2021$; номер периода $t = K - 2012$, $t = 0, 9$; фактическое потребление топливно-энергетических ресурсов на одного занятого (f_t) в периоде t ; план этого потребления (s_t), рассчитанный путем аппроксимации фактического потребления полиномом второго порядка; отрицательная и положительная нормы потребления (x_t^{12} и x_t^{34} , соответственно), используемые в качестве пороговых значений при классификации; класс r_t в периоде t , $t = 0, 9$.

Таблица 2.6.1

Результаты расчетов по индикатору «Потребление топливно-энергетических ресурсов на одного занятого»

Год K	Период t	Факт f_t	План s_t	Норма x_t^{12}	Норма x_t^{34}	Класс r_t
2012	0	13,00	12,96	–0,11	0,08	4
2013	1	12,80	12,93	–1,11	0,09	2
2014	2	13,10	12,90	–1,61	0,10	3
2015	3	13,00	12,89	–1,94	0,11	3
2016	4	12,50	12,89	–2,19	0,12	2

Год K	Период t	Факт f_t	План s_t	Норма x_t^{12}	Норма x_t^{34}	Класс r_t
2017	5	12,80	12,91	-2,39	0,13	2
2018	6	13,20	12,93	-2,56	0,14	3
2019	7	13,20	12,97	-2,70	0,16	3
2020	8	12,80	13,02	-2,83	0,17	2
2021	9	13,10	13,09	-2,94	0,19	4

Результаты этих расчетов иллюстрирует рис. 2.6.4. На нем график фактического потребления топливно-энергетических ресурсов на одного занятого (f_t) отмечен синим цветом, а график плановых значений этого потребления (s_t) – оранжевым. Классы r_t соответствуют цвету заливки в нижней части рис. 2.6.4. В частности, розовая заливкой означает присвоение в данном периоде класса 1, желтая – класса 2, зеленая – класса 3, фиолетовая – класса 4. Для сравнения вверху теми же цветами помечены предварительные оценки классов в данном периоде.

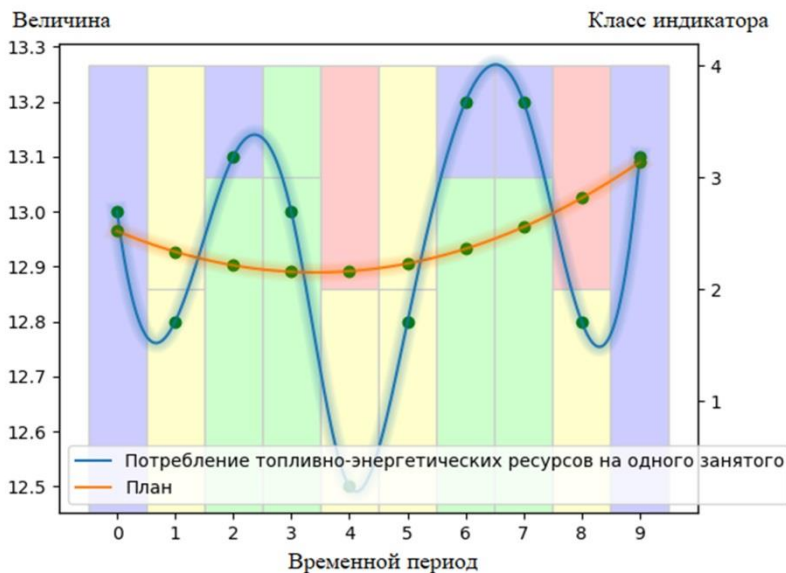


Рис. 2.6.4. Потребление топливно-энергетических ресурсов на одного занятого в 2012–2021 гг.



Описанные выше алгоритм и программа положены в основу базового программного модуля адаптивного планирования, контроля и оценки скалярного индикатора при ИП с помощью процедур цифрового обучения. Этот модуль позволяет классифицировать результаты достижения целей социально-экономического развития РФ. Данный модуль может быть применен совместно с модулями:

- матричной свертки;
- планирования и распределения ресурсов;
- контроля и стимулирования и др.

Выводы

Описанные выше модель, алгоритм и программа направлены на автоматизированное выявление проблемных отклонений фактических значений индикаторов от плановых при реализации стратегий, программ и планов обеспечения национальной безопасности РФ. Эта модель апробирована в практике управления большими социально-

экономическими системами. На ее основе сформирован теоретически обоснованный алгоритм оценки выполнения индикативного плана:

- согласующий интересы ЛПР и исполнителя путем мотивации последнего к выполнению плана;
- позволяющий идентифицировать потенциал исполнителя индикативного плана;
- минимизирующий риски ЛПР при классификации отклонений фактических значений индикаторов от плановых;
- освобождающий ЛПР от рутинных функций за счет использования таких инструментов ИИ, как процедуры цифрового обучения.

Этот алгоритм используется для разработки базового программного модуля адаптивного планирования, контроля и оценки скалярного индикатора национальной безопасности.

Выводы к главе 2

Во второй главе представлено описание часто встречающихся базовых задач индикативного планирования.

Все использованные в главе модели проанализированы с точки зрения применимости на определенных этапах методики индикативного планирования. Для рассмотренных базовых моделей ИП были приведены их функции, применимость, уровень объекта, описание, постановка задачи, входные и выходные данные, математическая модель, пользователи. Рассмотрены девять примеров, в которых проанализированы цели в соответствии с задачами и индикаторами, определены аналитические признаки, показано, как производится агрегирование и дезагрегирование двухуровневых систем, оценена обоснованность стратегий развития, использована комплексная оценка проектов в сложных условиях. В описанных моделях применялись следующие методы: теоретико-графовые модели, имитационное моделирование, сценарный анализ, идентификация параметров, кластеризация, матричные свертки и др.

Таким образом, был предложен современный базовый инструментарий для решения более сложных комплексных задач индикативного планирования.

Глава 3

Специализированные модели индикативного планирования

В данной главе рассмотрим специализированные модели индикативного планирования. Эти модели, по мнению авторов, не являются универсальными и характеризуются введением специализированных функциональных связей между индикаторами и управляющими переменными, они могут применяться для задач анализа стратегий развития отраслей, регионов, крупных организаций.

Специализированные модели

- M10 Модели оценки достижения целевых показателей
 - M11 Модели выбора приоритетных проектов
 - M12 Модели оценки потенциала развития
 - M13 Модели проекта (мероприятия, программы), вклада в целевые показатели и потребности в ресурсах
 - M14 Модели ресурсной обеспеченности
 - M15 Модели анализа и выбора альтернатив
 - M16 Модели оптимального выбора
 - M17 Модели системной динамики
 - M18 Модели анализа и управления рисками
 - M19 Модели оценки достижения целей в двухуровневой системе
 - M20 Модели векторной стратификации многопараметрических объектов
 - M21 Гибридные модели
- Начнем описание с модели, которая чаще всего используется для анализа ВВП страны и ВДС отраслей.

3.1. Модели двухуровневых систем (M19)

Название модели: модель индикативного планирования для оценки достижения целей в двухуровневой системе (M19).

Модели двухуровневых систем удобны для последовательного анализа иерархических систем. Один из вариантов – это модель ВВП страны. Такая модель может рассматриваться и как базовая, но в контексте данной монографии с учетом использования ее в примерах отнесена к специализированным моделям.

Функция: анализ индикаторов верхнего уровня на основе динамики индикаторов нижнего уровня.

Рекомендуется к использованию на этапах ИП:

6. Инерционный прогноз.
7. Модели увеличения прогнозных показателей.
8. Оценка потенциала достижения.
12. Оценка достижения цели.
13. Программа реализации.
14. Анализ участия.

Область применения в системе ИП и (или) сценарного прогнозирования

Оценка результатов сценарного моделирования в двухуровневой системе. Например, «ВВП – ВДС отраслей» [⁹⁹, ¹⁰⁰, ¹⁰¹], или динамика «отрасли – динамика ведущих предприятий отрасли» [¹⁰², ¹⁰³], или динамика «ВВП – ВРП регионов» [¹⁰⁴, ¹⁰⁵, ¹⁰⁶, ¹⁰⁷, ¹⁰⁸], динамика предприятия – вклад проектов развития [¹⁰⁹, ¹¹⁰, ¹¹¹, ¹¹²].

ВВП – это суммарная добавленная стоимость произведенных товаров и услуг в стране. Страна – достаточно большой объект, включает много предприятий, производящих товары и услуги. Естественным образом предприятия относятся к какому-то региону и отрасли. Таким образом, получается группировка добавленной стоимости (ДС) по отраслям (валовая добавленная стоимость, ВДС) и по регионам (валовой региональный продукт, ВРП). На нижнем уровне отрасли и регионы «опираются» на предприятие (рис. 3.1.1):

1. ВВП страны – ВДС отраслей – стратегия отрасли – стратегии предприятий – ДС предприятий.
2. ВВП страны – ВРП регионов – ДС предприятий – стратегии предприятий – ДС предприятий.

Такие группировки не единственны. Некоторые (назовем их небольшими) сложности с отнесением многопрофильных холдингов к отдельным отраслям или предприятиям федерального размаха к отдельным регионам в данной модели учитывать не будем. Но приведем примеры: ПАО «Газпром» (ИНН 7736050003) относится к торговым организациям (код ОКВЭД-2 «46.71 Торговля оптовая твердым, жидким и газообразным топливом и подобными продуктами»). ПАО «НК «Роснефть» (ИНН 7706107510) зарегистрирована в

Москве. Значительную часть ВРП г. Москвы как субъекта РФ составляет производство нефтепродуктов (до недавнего времени Роснефть имела код ОКВЭД-2 «19.20 – Производство нефтепродуктов»).

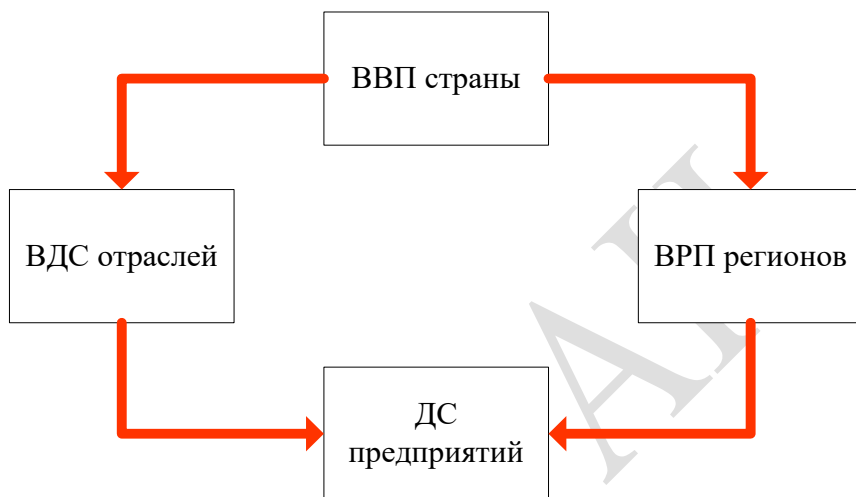


Рис. 3.1.1. Схема ВВП страны

Потенциальные пользователи: руководство федеральных, отраслевых и региональных органов власти, а также предприятий и организаций; лица, формирующие решения (ЛФР), аналитики.

Уровень описываемого объекта: страна, регион, отрасль.

Методы работы с базовыми индикаторами:

- имитационное моделирование,
- сценарное прогнозирование,
- идентификация параметров.

Анализ современных подходов, предполагающих применение модели применительно к системе индикативного планирования и прогнозных моделей.

Данная модель относится к имитационным моделям, позволяет решить задачу сценарного прогнозирования, поставить (и решить в дополнительной модификации с дополнительной информацией) задачу оценки ресурсной обеспеченности.

Содержательное описание

Проводится оценка развития отраслей экономики страны. Полагается, что экономика страны описывается суммой отраслей (модельное приближение). По ретроспективным данным оценивается темп роста каждой отрасли. Выделяются отрасли с наибольшим приростом вклада в ВВП. Большой вклад в ВВП определяется как размером отрасли, так и темпом прироста отрасли.

Темп прироста отрасли можно отследить на основе ретроспективных данных. Используются открытые данные Росстата (статистических служб) по динамике ВВП и ВДС.

Прогноз развития каждой отрасли можно сформировать:

- 1) по ретроспективным темпам роста;
- 2) по дополнительному темпу роста.

Дополнительный темп роста в данной модели задается сценарием. При декомпозиции показателей модели на показатели и факторы нижних уровней управления дополнительный темп роста отрасли может быть результатом расчетов по дополнительным мероприятиям с учетом выделения дополнительных ресурсов.

Суммарные значения прогнозных показателей отраслей составляют размер экономики страны (ВВП). По прогнозным значениям динамики ВВП оценивается прогнозный темп роста ВВП. Прогнозный темп роста ВВП сравнивается с целевым значением и делается заключение о достаточности (или недостаточности) прогнозного роста ВВП и ВДС отраслей.

Условия применимости:

- достаточно плавное изменение показателей;
- небольшая «балансирующая» часть между «итого» и суммой компонент. Например, для системы «ВВП страны – ВДС отраслей» не разнятся «чистые налоги», составляющие около 10 % ВВП.

Преимущества: на небольшом временном отрезке данная модель является достаточно простой, позволяет провести оценку динамики ВВП с учетом темпов роста отдельных отраслей, сделать выводы о достаточности (недостаточности) инерционного сценария и выработать значения показателей для обеспечения дополнительного роста отдельных отраслей.

Обеспечение согласованности с прогнозными моделями

Рассмотренная модель может использоваться для прогнозирования и сценарного моделирования двухуровневой системы типа «ВВП страны – ВДС отраслей».

Постановка задачи:

Дано:

- временной ряд валового индикатора верхнего уровня (например, ВВП);
- временные ряды валовых индикаторов нижнего уровня (например, ВДС отраслей).

Решение:

- определить ретроспективный темп роста индикатора нижнего уровня (отраслей);
- определить компоненты (отрасли) с наибольшим вкладом в рост индикатора верхнего уровня (ВВП);
- оценить прогнозный темп роста индикаторов нижнего уровня (отраслей);
- оценить (задать сценарии) возможный дополнительный рост индикаторов нижнего уровня (отраслей);
- рассчитать динамику валового индикатора верхнего уровня (ВВП);
- рассчитать темп роста индикатора верхнего уровня (ВВП);
- сравнить прогнозное значение роста индикатора верхнего уровня (ВВП) с целевым и сделать выводы о достаточности (недостаточности) предполагаемого сценарием роста.

Математическая модель

Запишем рост индикатора верхнего уровня в виде приращения за один период (пусть G – вариант от GDP, ВВП)

$$G_t = G_{t-1} (1 + r_t), \quad (3.1.1)$$

где G – индикатор верхнего уровня, r – темп роста, t – индекс времени

Индикаторы нижнего уровня за один период изменяются по формуле

$$V_{j,t} = V_{j,t-1} (1 + r_{j,t}). \quad (3.1.2)$$

Данная модель применима для аддитивных индикаторов, сумма индикаторов нижнего уровня формирует индикатор верхнего уровня

$$G_t = \sum_j V_{j,t}. \quad (3.1.3)$$

После простых преобразований получаем

$$r_t = G_t / G_{t-1} - 1 = \frac{\sum_j V_{j,t-1} (1 + r_{j,t})}{\sum_j V_{j,t-1}} - 1 = \frac{\sum_j V_{j,t-1} r_{j,t}}{\sum_j V_{j,t-1}}, \quad (3.1.4)$$

т. е. темп роста индикатора верхнего уровня является средневзвешенным значением темпов роста индикаторов нижних уровней с весами – значением индикаторов.

За период $t \in [0, T]$

$$G_T = G_0 \prod_{t=1}^T (1 + r_t), \quad (3.1.5)$$

$$V_{j,T} = V_{j,0} \prod_{t=1}^T (1 + r_{j,t}). \quad (3.1.6)$$

По формулам (3.1.5), (3.1.6) можно ввести естественное определение среднегодового темпа роста CAGR

$$CAGR = (G_T / G_0)^{\frac{1}{T}} - 1 = \left[\prod_{t=1}^T (1 + r_t) \right]^{\frac{1}{T}} - 1. \quad (3.1.7)$$

Необходимая информация, входные и выходные данные

Входная информация:

- значения целевых показателей верхнего уровня (ВВП),
- сценарии роста показателей нижнего уровня (отраслей).

В табл. 3.1.1 представлены данные о ВВП и ВДС отраслей за 2020–2022 г. (в постоянных ценах 2021 г.).

Таблица 3.1.1

Валовая добавленная стоимость в постоянных ценах 2021 г.,
млрд руб. (выборка)

Раздел	Отрасль / показатель	2020 г.	2021 г.	2022 г.
	Валовой внутренний продукт в постоянных ценах	128 103	135 295	132 495
	Валовая добавленная стоимость в постоянных ценах	114 397	121 416	119 874
А	Сельское хозяйство	5 279,5	5 235,9	5 584,1
В	Добыча полезных ископаемых	15 335,4	15 911,8	15 968,4
С	Обрабатывающие производства	16 431,6	17 413,9	16 982,1
С (10-12)	Производство пищевых продуктов, напитков, табачных изделий	2 206,6	2 284,3	2 272,4
С 17	Производство бумаги и бумажных изделий	393,9	435,8	435,3
С 19	Производство кокса и нефтепродуктов	1 487,8	1 513,1	1 467,3
С 20	Производство химических веществ и химических продуктов	1 682,3	1 776,6	1 713,6
С 21	Производство лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях	464,3	532,2	577,5
С 22	Производство резиновых и пластмассовых изделий	360,9	404,4	400,9
С 23	Производство прочей неметаллической минеральной продукции	656,8	736,4	729,7
С 24	Производство металлургическое	3 763,4	3 744,1	3 729,2
С 25	Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	1 012,5	1 122,5	1 190,2
С 26	Производство компьютеров, электронных и оптических изделий	637,7	662,1	675,0
С 27	Производство электрического оборудования	285,2	338,0	321,3

Раздел	Отрасль / показатель	2020 г.	2021 г.	2022 г.
С 28	Производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки	522,1	603,9	611,8
С 29	Производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов	586,0	679,3	376,8
С 30	Производство прочих транспортных средств и оборудования	714,1	791,6	759,3
D	Электроэнергия	2 810,2	2 982,6	2 985,3
F	Строительство	5 761,1	6 071,6	6 376,6
G	Торговля оптовая и розничная	14 536,2	15 389,5	13 435,5

Выходная информация:

- ретроспективный темп роста показателей верхнего (ВВП) и нижнего (ВДС отраслей) уровня;
- сценарии (оценка) прогнозного темпа показателей верхнего (ВВП) и нижнего (ВДС отраслей) уровня;
- прогноз показателей верхнего (ВВП) и нижнего (ВДС отраслей) уровня;
- суждение о достижимости (недостижимости) целевых показателей.

Алгоритм

Приведем алгоритм определения прогнозных значений темпов роста индикаторов верхнего уровня.

Шаг 1.1. Формирование исходных данных. В качестве исходной информации используется временной ряд по фактическим данным индикаторов верхнего (ВВП) и нижнего уровня (ВДС отраслей).

Шаг 1.2. Формирование исходных данных целевых показателей: целевого темпа роста индикаторов верхнего уровня (ВВП).

Шаг 1.3. Выбор сценария дополнительного роста показателей нижнего уровня (ВДС отраслей). Иной вариант: дополнительный прирост пропорционален ретроспективному темпу роста.

Шаг 2. Расчет темпов роста по ретроспективным данным индикаторов верхнего (ВВП) и нижнего уровня (ВДС отраслей)

Шаг 3. Задание инерционного сценария роста: темпы роста прогнозного периода равны темпам роста ретроспективного периода

Шаг 4. Расчет прогнозных значений индикаторов нижнего уровня. Агрегирование (суммирование) показателя верхнего уровня.

Шаг 5. Расчет прогнозного темпа роста индикатора верхнего уровня (ВВП) в инерционном сценарии.

Шаг 6. Сравнение прогнозного темпа роста индикатора верхнего уровня (ВВП) в инерционном сценарии с целевым значением. Суждение о достаточности инерционного роста. При достаточности – выход с признаком нормального выхода. При недостаточности – переход на следующий шаг.

Шаг 7. Расчет (методом подбора) дополнительного роста показателей нижнего уровня таким образом, чтобы прогнозное значение темпов роста индикатора верхнего уровня (ВВП) совпало с целевым значением (превысило его). Если расчет осуществлен – выход с признаком нормального выхода. Если расчет не осуществлен – сигнал об ошибке расчета, остановка расчета с признаком ошибки.

Пример 13. Кластеры по темпам роста отраслевой ВДС

В этом разделе показан пример анализа ВВП страны с декомпозицией по ВДС отраслей.

В табл. 3.1.2 приведена группировка отраслей по размеру и темпу роста ВДС отрасли. Для данной модели выбрана комбинация следующих параметров: «основная» отрасль при приросте ВДС более 100 млрд руб. за период 2011–2022 гг., иначе – «неосновная»; «высокий» темп роста при среднегодовом темпе роста более 2 %, «низкий» – при среднегодовом темпе роста от 1 % до 2 %, «нет роста» в других случаях.

На рис. 3.1.2 показаны прирост ВДС за 2011–2022 гг. (в постоянных ценах) по оси абсцисс (X), темпы прироста ВДС по оси ординат (Y). Размер кругов соответствует ВДС за 2022 г. В центре кругов показан индекс отрасли по номенклатуре Росстата. В состав отраслей на данном рисунке не включены «сводные» отрасли при наличии информации по подотраслям. Например, не включен «Раздел С. Обрабатывающие производства». Росстат приводит информацию по 61 отрасли, не относящейся к сводным. На рис. 3.1.2 видно, что небольшое количество отраслей имеют достаточно большой размер (при-

рост более 1 000 млрд руб.) или прирост (более 5 % в год). Для анализа возможности роста ВВП именно эти отрасли целесообразно рассматривать в первую очередь.

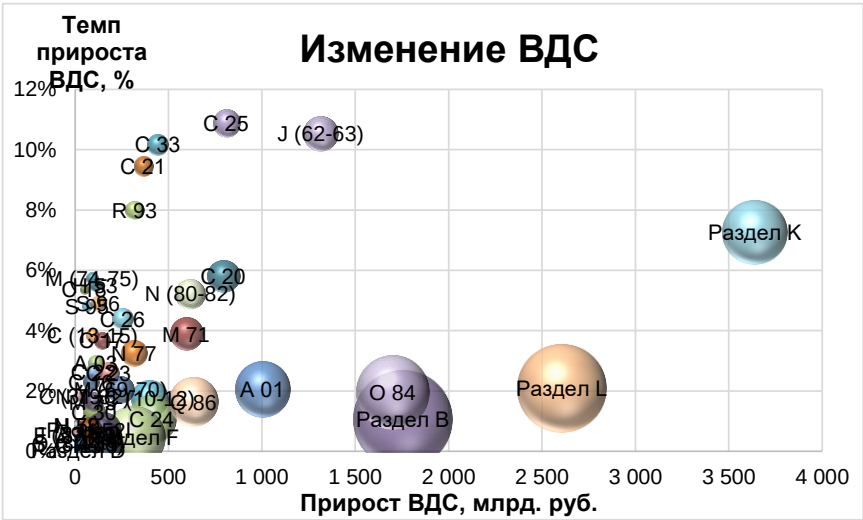


Рис 3.1.2. Изменение ВДС отраслей



Таблица 3.1.2

Темп роста отраслей (%), валовая добавленная стоимость в постоянных ценах 2021 г., млрд руб. (выборка)

Раз-дел	Отрасль / показате-ль	2011 г.	2022 г.	CAGR	Группа
	ВВП в постоянных ценах	117 449	132 495	1,10 %	Сводная
	ВДС в постоянных ценах	103 345	119 874	1,36 %	Сводная
A	Сельское хозяйство	4 474,6	5 584,1	1,86 %	Сумма
B	Добыча полезных ископаемых	14 214,4	15 968,4	1,06 %	Основная, низкий темп
C	Обрабатывающие производства	13 654,1	16 982,1	1,83 %	Сумма
D	Электроэнергия	2 967,1	2 985,3	0,06 %	Неосновная, нет роста
E	Водоснабжение	559,3	565,2	0,09 %	Сумма

Раздел	Отрасль / показатель	2011 г.	2022 г.	CAGR	Группа
F	Строительство	6 066,0	6 376,6	0,45 %	Основная, нет роста
G	Торговля оптовая и розничная	15 292,5	13 435,5	–1,07 %	Сумма
H	Транспортировка и хранение	7 042,4	7 360,2	0,37 %	Сумма
I	Гостиницы общепит	937,5	1 012,3	0,70 %	Неосновная, нет роста
J	Информация и связь	2 413,7	3 341,5	2,75 %	Сумма
K	Финансы и страхование	3 122,5	6 760,8	7,28 %	Основная, высокий темп
L	Недвижимое имущество	10 116,9	12 722,2	2,10 %	Основная, высокий темп
M	Деятельность профессиональная, научная	4 309,0	5 157,4	1,51 %	Сумма
N	Деятельность административная	1 750,9	2 680,1	3,61 %	Сумма
O 84	Государственное управление	7 118,7	8 817,9	1,96 %	Основная, низкий темп
P 85	Образование	3 746,0	3 660,4	–0,21 %	Неосновная, нет роста
Q	Здравоохранение и социальные услуги	3 711,2	4 355,6	1,34 %	Сумма
R	Культура, спорт, досуг	870,1	1 167,8	2,48 %	Сумма

Задан сценарий инерционного роста за период 2023–2030 гг. Результаты расчета по инерционному росту приведены в «сквозном примере» в разделе 1.9 (табл. 1.9.11, рис. 1.9.12).

Динамика роста ВДС по основным группам иллюстрируется рис. 1.9.12. График не очень показательный, за 2023–2030 гг. не происходит существенных сдвигов. На рисунке видно, что ВДС отраслей без роста и с низким ростом визуально не изменяется, основное внимание следует уделить отраслям с возможным ростом. (*Примечание.* В рамках данного сценарного анализа рассматривается инерционный рост. Но лидеры могут и измениться).

Для сценария ускоренного роста данные рассчитаны в табл. 1.9.12 и показаны на рис. 1.9.13. Дополнительный рост по каждой отрасли подобран таким, чтобы прогнозный рост ВВП составил 3 % в год за период 2022–2030 г.

Обратим внимание, что среднегодовой рост суммарной ВДС отраслей составляет 3,26 % за счет сценарного уменьшения чистых налогов на продукты.

Результаты сценарных расчетов позволяют сделать следующие **выводы.**

1. Можно классифицировать (кластеризовать) отрасли по размеру и темпам роста:

- основная, высокий темп;
- основная, низкий темп;
- основная, нет роста;
- неосновная, высокий темп;
- неосновная, низкий темп;
- неосновная, нет роста.

2. Относительно небольшое количество отраслей определяет основной прирост ВВП (кластер «основная, высокий темп»).

3. В инерционном варианте развития отраслей за период 2023–2040 гг. достигается показатель роста ВВП 2,46 %.

4. В сценарии ускоренного прироста отраслей (с дополнительным темпом роста 1,063 % к ретроспективному) возможно достижение целевых показателей по росту ВВП.

Важным инструментом стимулирования роста ускоренного роста сегмента «отрасль – предприятие» является поиск, анализ и поддержка быстрорастущих организаций. Анализу таких компаний – «газелей» – посвящены работы [113, 114]. В Германии выделяют компании, называемые «скрытыми чемпионами», которые из средних семейных организаций дорастают до мирового масштаба [115]. Распространение опыта Германии на Китай описано в монографии [116]. Анализ быстрорастущих организаций проведен в работах [117, 118]. Прогноз развития быстрорастущих организаций с помощью сигмоид на примере логистической кривой приведен в статьях [119, 120].

Пример 14. Анализ двухуровневой системы производства электроэнергии

Пример анализа двухуровневой системы «выручка отрасли – выручка предприятий» (более нижнего уровня по отношению к «страна-отрасль») на данных производства электроэнергии приведен в работах [121, 122].

Рассмотрим отрасль генерации электрической энергии. Выборка организаций формировалась по коду ОКВЭД 2 «35.11 Производство электроэнергии». Отрасль включает в себя производство электрической энергии на всех видах электростанций (тепловых, атомных, гидроэлектростанциях, блок-станциях и электростанциях, работающих на возобновляемых источниках энергии). Среди крупнейших организаций: АО «Концерн Росэнергоатом», ПАО «Т плюс», ПАО «Мосэнерго». В табл. 3.1.5 приведены данные по выборке организаций производства электроэнергии за 2023 г. [123, 124].

Таблица 3.1.5

Некоторые данные по некоторым экономическим показателям выручки организаций производства электроэнергии, 2023 г., млрд руб.

Наименование	Выручка	Чистая прибыль (убыток)	Активы
ИТОГО, по 156 организациям	3 440	590	8 928
Концерн Росэнергоатом	539	115	2 582
Т Плюс	293	14	367
Интер РАО – Электрогенерация	250	36	561
Мосэнерго	247	19	396
РусГидро	217	33	1 178
ОГК-2	165	10	223
ЮНИПРО	124	21	180
Дальневосточная генерирующая компания	116	–8	145
Евросибэнерго-гидрогенерация	113	27	264
ТГК-1	102	–1	197
ФОРТУМ	78	13	234
Квадра – генерирующая компания	69	–2	62

Наименование	Выручка	Чистая прибыль (убыток)	Активы
Башкирская генерирующая компания	68	8	79
Байкальская энергетическая компания	58	1	53

Приведем пример прогноза выручки в двухуровневой системе [125]. Для прогноза выручки построена выборка организаций, применен фильтр поиска крупных и средних организаций, выручка которых хотя бы за один год из рассматриваемого периода составила больше 1 млрд рублей. Также из выборки были исключены организации с неполными данными за анализируемый период. Вопрос полноты представления данных – достаточно важный. У целого ряда организаций есть периоды, за которые отчетность не предоставлена. В выборку (далее «выборка 35.11») включены 85 крупнейших организаций отрасли.

На рис. 3.1.3 показана динамика суммарного значения выручки в текущих ценах для выборки организаций электрогенерации (гистограмма). Суммарная выручка увеличилась с 1,4 трлн руб. в 2012 г. до 2,7 трлн руб. в 2021 г.

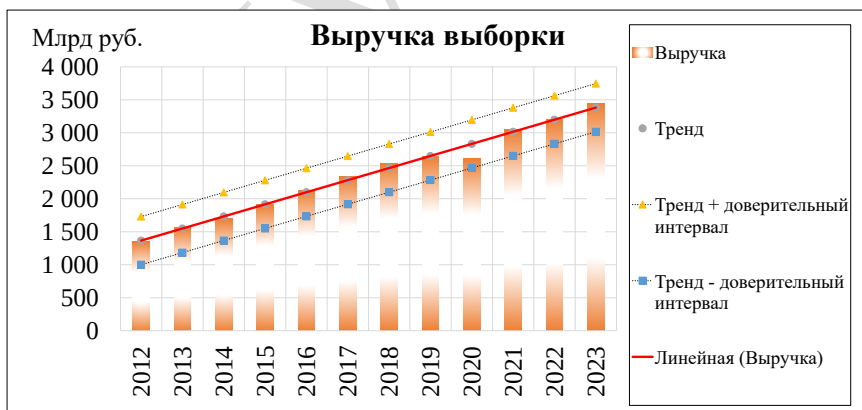


Рис 3.1.3. Динамика выручки «выборки 35.11» за 2012–2023 гг.

Результаты прогноза на один год по отрасли по линейному и экспоненциальному трендам показаны в табл. 3.1.6. Оценена ошибка

прогнозирования (сравнением прогнозного и фактического значений).

Таблица 3.1.6

Характеристики прогнозирования суммарной выручки
по «выборке 35.11»

Показатели	Метод 1, линейный тренд	Метод 2, экспонен- циальный тренд
Ошибка прогнозирования, d_i	0,0326%	4,44%
Коэффициент детерминации, R^2	0,962	0,942
Статистика Фишера, F	178,3	113,6

В ходе исследования также был построен прогноз выручки для отдельных организаций выборки. Для формирования общей картины организации были сгруппированы по значению ошибки прогноза (см. табл. 3.1.7). В ячейках табл. 3.1.7 приведены доли организаций со значениями $|d_i| \leq \beta$, где β – пороговое процентное отклонение выручки, указанное в столбце «Пороговое значение ошибки прогноза». Во втором и третьем столбцах показаны доли организаций, ошибка прогноза d_i которых ниже порогового значения. Для метода 1 (линейный тренд) доля организаций выборки с ошибкой до 20 % составляет 67,1 %, с ошибкой до 30 % – 77,6 %.

С одной стороны, для метода 1 ошибка прогноза для большинства организаций менее порога 20 %, с другой – для прогнозирования результатов отдельных организаций целесообразно уменьшить ошибку прогнозирования.

Таблица 3.1.7

Доля организаций с ошибкой, не превышающей пороговое значение

Пороговое значение ошибки прогноза	Доля организаций, метод 1, линейный тренд	Доля организаций, метод 2, экспоненциальный тренд
10 %	38,8 %	31,8 %
20 %	67,1 %	51,8 %

Пороговое значение ошибки прогноза	Доля организаций, метод 1, линейный тренд	Доля организаций, метод 2, экспоненциальный тренд
30 %	77,6 %	56,5 %
50 %	90,6 %	76,5 %

Можно сделать вывод, что отрасль в целом растет инерционно, прогноз статистически значим (см. табл. 3.1.6). Но прогнозы выручки по отдельным организациям имеют значительные ошибки (см. табл. 3.1.7).

Комплементарные модели:

- модели ресурсной обеспеченности роста показателей нижнего (отрасли) и верхнего (ВВП) уровней (M14);
- модель декомпозиции до уровня «отрасль – предприятие» (M2);
- модели определения приоритетов развития (M11);
- оптимизационные модели (M16);
- модели системной динамики (M17);
- эконометрические модели: интерполяция, экстраполяция модели идентификации параметров трендов (M3).

3.2. Модели системной динамики (М17)

Название модели:

Модели системной динамики: графы, матрицы причинно-следственных связей. Модели логико-вероятностного анализа: деревья целей, деревья отказов.

Функция

Инструменты, позволяющие оценить реалистичность целевых установок и соответствие запланированных целей доступным ресурсам. Другими словами, установить достижимость намеченных целей в запланированное время и с рассматриваемыми источниками ресурсов.

Для этого целесообразно использовать методы прогнозирования, учитывающие сложные положительные и отрицательные связи между рассматриваемыми индикаторами и факторами, на них влияющими. Оперативный среднесрочный анализ и прогноз системной динамики рассматриваемых индикаторов на основе математического компьютерного моделирования и вычислительных экспериментов позволяет понять, достижимы ли поставленные цели при тех или иных условиях.

Также ЛПР получают возможность определить действия на случай недостижения целей в заданный срок (компенсации или альтернативные варианты достижения целей и требующиеся для этого ресурсы). В результате вычислительных экспериментов с моделями системной динамики могут быть определены критические комбинации сценариев и мероприятий по достижению целевых значений.

Кроме того, прогнозирование системной динамики экономических индикаторов позволит оценить возможные последствия вырабатываемых управляющих воздействий и директив.

Рекомендуется для использования на этапах ИП:

6. Инерционный прогноз.
7. Модели увеличения прогнозных показателей.
8. Оценка потенциала достижения.
12. Оценка достижения цели.
13. Программа реализации.
14. Анализ участия.

Область применения в системе ИП и (или) сценарного прогнозирования

Установление возможности достижения индикаторами целевых значений в запланированные сроки. Определение и оценка альтернативных путей достижения целей стратегического планирования или компенсационных мероприятий в случаях, если установлена недосягаемость некоторыми индикаторами целевых значений в текущих условиях.

Потенциальный пользователь: аналитические отделы государственных органов.

Уровень описываемого объекта: страна, регион, отрасль

Методы работы с базовыми индикаторами: метод системной динамики, факторный анализ, корреляционно-регрессионный анализ.

Анализ современных подходов данной модели применительно к системе ИП и прогнозных моделей

Подход к прогнозированию, основанный на принципах системной динамики, был впервые предложен и использован Джеймсом Форрестером [¹²⁶, ¹²⁷], Деннисом Медоузом [¹²⁸] и их последователями. Он заключается в исследовании системы разностных уравнений, связывающих динамику каждого из рассматриваемых индикаторов со значениями других индикаторов и действующих на них внешних факторов.

Системная динамика используется для изучения сложных систем путем анализа их поведения в зависимости от состава, структуры и взаимосвязей частей [¹²⁹].

Преимущество системной динамики перед статистическими методами прогнозирования показателей социально-экономических систем заключается в возможности учета сложных обратных связей переменных и их влияния на изменение друг друга. Это дает возможность лучших прогнозов во время нестабильности и кризисов.

Сложные причинно-следственные связи могут быть учтены также и методами, которые связаны с использованием экспертных оценок. Однако экспертам бывает сложно учесть большое количество рассматриваемых факторов.

Другое направление прогнозирования связано с использованием результатов анализа больших данных, но данные в большом количестве не всегда доступны и достоверны. Поэтому при оперативном прогнозировании динамики рассматриваемых индикаторов в их сложной связи друг с другом и с внешними факторами наиболее целесообразно применение метода системно-динамического моделирования (в определенных комбинациях с методами из других направлений).

Системная динамика имеет достаточно длительную историю [130] и в настоящее время занимает отдельное место в спектре методов исследования сложных систем, характеризующихся наличием значительного количества нелинейных прямых и обратных связей между индикаторами различного происхождения и размерности.

Системно-динамическое моделирование активно используется для прогнозирования и анализа показателей функционирования и безопасности сложных организационно-технических систем, включая прогнозные оценки показателей национальной безопасности [131], процессов ликвидации чрезвычайных ситуаций [132], образовательной деятельности [133], функционирования дорожно-транспортных [134] и авиационных транспортных систем [135], процессов противодействия угрозам информационной безопасности [136, 137].

В применении к определению путей достижения цели в случае отрицательного прогноза системно-динамический подход обнаруживает связь с концепцией критических комбинаций событий. Эта концепция используется для определения путей развития и предупреждения критических ситуаций, вызванных совокупностью сравнительно незначительных событий различной природы. Такие ситуации возникают в том числе в критические периоды развития государств [138], при управлении человеко-машинными и организационно-техническими системами [139, 140], включая авиатранспортные системы [141, 142], автодорожное движение [143] и современное производство [144, 145].

Содержательное описание

Переменные моделей системной динамики будем разделять следующим образом.

– индикаторы – это показатели, для анализа динамики которых при тех или иных условиях разрабатывается модель. В качестве ин-

дикаторов обычно целесообразно выбирать индикаторы стратегического планирования – целевые показатели из рассматриваемой совокупности документов стратегического планирования;

- внешние факторы – это переменные, влияющие на индикаторы, они выбираются ЛПР и экспертами на основе анализа документов стратегического планирования. В зависимости от масштаба модели и цели моделирования переменная, ранее рассматриваемая как внешний фактор, может в другой модели стать индикатором;

- вспомогательные переменные, не относимые в данной модели к индикаторам и к внешним факторам (необязательны, далее будут указываться только в случае их использования).

В процессе применения системно-динамического подхода решаются следующие задачи:

- разработка комплекса моделей для анализа и прогнозирования динамики упомянутых показателей на заданных интервалах времени с учетом переменного характера причинно-следственных связей в рассматриваемых системах;

- определение и обоснование процедур проверки точности и адекватности разработанного математического обеспечения; определение процедур корректировки моделей, а именно повышения их полноты и точности при необходимости;

- использование разработанных математических моделей и процедур их корректировки для анализа и прогнозирования динамики показателей функционирования и развития рассматриваемых систем.

Комплекс моделей системной динамики включает в себя причинно-следственные модели (графы, матрицы) и системы уравнений, решение которых позволяет производить аппроксимацию динамики исследуемых индикаторов.

Аппроксимация производится с целью анализа возможных вариантов поведения системы в прошлом и будущем, для чего с моделью проводятся соответствующие вычислительные эксперименты. При этом требуется определить и обосновать процедуры проверки адекватности разработанных моделей, а также их модификации с целью уточнения.

Модели системной динамики также используются при постановке и решении задач управления системами различного масштаба и назначения. В таких задачах движение системы задается уравнениями динамики ее рассматриваемых индикаторов, а оптимум ищется

по критерию, зависящему от этих индикаторов, искомым управляющих воздействий и внешних условий. В результате решения задачи определяются управляющие воздействия, доставляющие этому критерию оптимальное значение при заданных ограничениях.

Для разработки математической модели динамики системы показателей функционирования и развития сложной системы должны быть выполнены следующие этапы.

1 этап. Определить множество показателей, характеризующих функционирование и развитие анализируемых систем, и множество внешних факторов, оказывающих влияние на эти показатели.

В общем случае для больших и сложных систем эти множества практически безграничны, однако необходимо выделить основания, на которых рассматриваемые множества могут быть ограничены без ущерба для полноты и точности анализа поведения системы.

Среди возможных оснований для такого ограничения круга рассматриваемых индикаторов и факторов можно выделить:

- доступность, достоверность, удобство использования исторических данных по рассматриваемым индикаторам и факторам;
- корреляцию между некоторыми индикаторами, образование «клик» сильно связанных индикаторов (в том числе и за счет выявляемых функциональных связей); при этом выявленные корреляции рядов данных не будут рассматриваться как критерии связи между индикаторами, необходима экспертная оценка физического смысла.

Выбранные внешние факторы считаются не зависящими от выбранных индикаторов и других внешних факторов. При этом независимость внешних факторов друг от друга может и не предполагаться, но это определенным образом усложнит эксперименты с моделью.

Для индикаторов и внешних факторов необходимо определить единицы измерения и источники данных, а также способ вхождения этих индикаторов в уравнения с индикаторами другой размерности. Таким способом может быть произведено нормирование, при котором в уравнение входят не сами индикаторы, выраженные в своих единицах измерения (количество часов, сотрудников, денежных средств и т. д.), а их значения, взятые относительно соответствующих значений в некоторый известный момент времени, например, за начальный год исследуемого периода. Такие величины рассматриваются как безразмерные.

2 этап. Определить причинно-следственные связи индикаторов и влияние внешних факторов на эти индикаторы, разработать причинно-следственные схемы, отражающие эти взаимосвязи. Связи могут определяться по корреляционной зависимости рядов данных и по экспертным суждениям о физическом смысле рассматриваемых явлений. При корректировании модели связи могут изменяться.

3 этап. На основе определенных причинно-следственных схем построить уравнения системной динамики и определить способы их решения. Ввиду наличия нелинейных связей, а также относительно большого количества факторов и индикаторов уравнения системной динамики обычно решаются численно.

4 этап. Решить построенные системы уравнений, проверить точность и адекватность построенной модели, используя исторические данные. В случае, если значения характеристик адекватности модели оказываются неприемлемыми, определить этапы, на которых необходимо начать коррекцию построенной модели.

5 этап. Если показатели точности построенной модели оказываются на требуемом уровне, провести численные эксперименты для решения поставленных задач.

Определение переменных (индикаторов) и внешних факторов модели

Первым шагом в формировании модели динамики показателей рассматриваемых систем является определение множества системных индикаторов $Z_1(t), \dots, Z_n(t)$ и множества внешних факторов $Y_1(t), \dots, Y_m(t)$, оказывающих влияние на эти индикаторы.

Выбор индикаторов и внешних факторов осуществляется сообразно целям ЛПР, для информирования которых разрабатывается математическая модель. Для определения перечня индикаторов и факторов, используемых в модели, анализируются нормативные документы, статистические показатели на разных интервалах времени и результаты экспертных исследований.

Перечень индикаторов, получаемый в результате, может рассматриваться как неполный в смысле отражения всех аспектов и механизмов, влияющих на поведение систем. Данное обстоятельство объясняется тем, что для исследователя при выборе индикаторов существуют определенные ограничения: индикаторы должны быть измеримы, должна быть доступна определенная статистика по ним;

кроме того, всегда существуют и субъективные интересы исследователя.

Поэтому в случае возникновения сомнений в полноте используемого списка индикаторов и внешних факторов отмечается, что, во-первых, список может быть дополнен при изменении обстоятельств решения задачи, во-вторых, что независимыми выбираемые индикаторы, как правило, тоже не являются, и поэтому учет влияния одних может быть осуществлен через рассмотрение других, тесно коррелирующих с ними. И третье обстоятельство заключается в том, что в любом случае рассматривается некоторая проекция изучаемых явлений на множество выбранных его характеристик.

Перечисленные аргументы в удовлетворительной мере обосновывают жизнеспособность системно-динамического подхода при условии, что получающиеся модели оказываются достаточно точными на рассматриваемых отрезках времени и предусмотрены процедуры их необходимой корректировки.

Далее определяются причинно-следственные схемы, отражающие взаимосвязи между индикаторами $Z_1(t), \dots, Z_n(t)$ и влияние внешних факторов на индикаторы на различных участках рассматриваемого отрезка времени $[t_n, t_k]$.

Пусть на некотором участке рассматриваемого отрезка времени каждый индикатор $Z_i(t)$, $i = 1, \dots, n$, связан с некоторым количеством других индикаторов и внешних факторов системы, рост которых положительно или отрицательно влияет на рост $Z_i(t)$. Для установления этих взаимосвязей используются сравнение временных рядов значений индикаторов, внешних факторов и экспертные заключения, основанные на опыте практической и научно-исследовательской работы.

Таким образом, для каждого индикатора $Z_i(t)$ на рассматриваемом отрезке времени определяются:

- множество $\{Z_{i+}\}$ тех из рассматриваемых индикаторов, рост которых положительно влияет на рост $Z_i(t)$;
- множество $\{Z_{i-}\}$ тех из рассматриваемых индикаторов, рост которых отрицательно влияет на рост $Z_i(t)$;
- множество $\{Y_{i+}\}$ тех из рассматриваемых внешних факторов, рост которых положительно влияет на рост $Z_i(t)$;
- множество $\{Y_{i-}\}$ тех из рассматриваемых внешних факторов, рост которых отрицательно влияет на рост $Z_i(t)$.

Данную модель целесообразно использовать в комплексе с когнитивными картами. Но далее модель системной динамики позволяет получить прогнозы поведения рассматриваемых индикаторов в виде числовых рядов, зависящих от сценариев поведения внешних факторов и зависимостей между самими индикаторами. Информация о прогнозируемых числовых значениях индикаторов позволяет определить достижимость или недостижимость заданных целевых значений при тех или иных вариантах поведения внешних факторов.

Учет непостоянного характера причинно-следственных связей в исследуемой системе предполагает, что в течение периода времени $[t_n, t_k]$, который задан для решения задачи, связи между индикаторами могут меняться.

Для того, чтобы это обстоятельство не вызывало затруднений при расчете динамики индикаторов, отрезок $[t_n, t_k]$ может быть в общем случае разбивает на несколько частей, на каждой из которых установленная таким образом схема причинно-следственных связей считается постоянной.

Полученная информация заносится в таблицы причинно-следственных связей, строки которой соответствуют индикаторам $Z_1(t), \dots, Z_n(t)$, а столбцы – тем же индикаторам и далее – внешним факторам $Y_1(t), \dots, Y_m(t)$. Элементы таблицы M определены следующим образом (для облегчения зрительного восприятия в разреженных матрицах нули могут не ставиться, а обозначения «+1» и «-1» могут быть заменены на «+» и «-», «↗» и «↘» соответственно):

$$M(i, j) = \begin{cases} 1, & \text{если } (j \leq n) \wedge (Z_j(t) \in \{Z_i+\}), \\ -1, & \text{если } (j \leq n) \wedge (Z_j(t) \in \{Z_i-\}), \\ 0, & \text{если } (j \leq n) \wedge (Z_j(t) \notin \{Z_i+\} \cup \{Z_i-\}), \\ 0, & \text{если } (j > n) \wedge (Y_{j-n}(t) \notin \{Y_i+\} \cup \{Y_i-\}), \\ -1, & \text{если } (j > n) \wedge (Y_{j-n}(t) \in \{Y_i-\}), \\ 1, & \text{если } (j > n) \wedge (Y_{j-n}(t) \in \{Y_i+\}). \end{cases} \quad (3.2.1)$$

В более общем случае, когда речь идет об интервале времени с переменными причинно-следственными связями, значение $M(i, j)$ представляет собой правило, определяющее знак связи на основе текущих и прошлых значений индикаторов и внешних факторов:

$$M(i, j) = M_{ij}(Z_1(t), \dots, Z_n(t), Y_1(t), \dots, Y_m(t), t),$$

причем зависимость может распространяться и на предыдущие моменты времени.

Для визуализации данных, представленных в таблице причинно-следственных связей M , используется граф причинно-следственных связей, в котором каждому индикатору $Z_i(t)$, $i = 1, \dots, n$, соответствует вершина с двумя терминалами, отвечающими за рост и уменьшение значений индикатора. Концептуально один из вариантов обозначений в таком графе представлен на рис. 3.2.1.

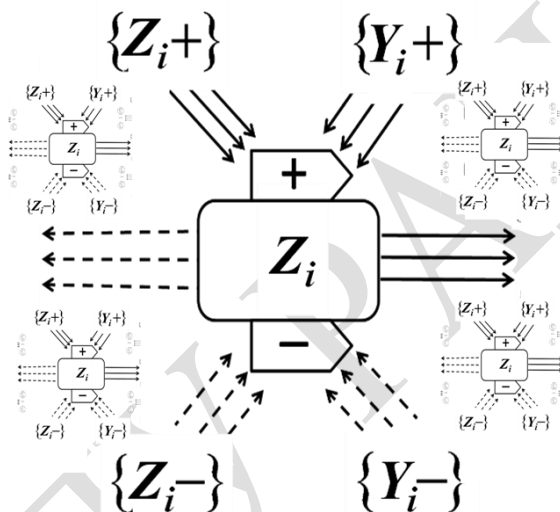


Рис. 3.2.1. Общая структура графа причинно-следственных связей

В один из терминалов входят дуги от вершин, соответствующих индикаторам и внешним факторам, которые положительно влияют на рост $Z_i(t)$, в другой – аналогично, но с отрицательным влиянием. Пунктирными линиями обозначим отрицательные причинно-следственные связи, а сплошными линиями – положительные. На основе информации, отображаемой в графе и матрице причинно-следственных связей, строятся уравнения системной динамики.

Построение уравнений системной динамики

Для перехода от качественной модели в виде причинно-следственных таблиц и графов к моделям, которые позволят количественно оценить взаимодействие индикаторов и факторов системы,

принимается посленьютоновский подход, связанный с представлением скорости изменения индикаторов как функций самих индикаторов системы, т. е. при $j = 1, \dots, n$

$$\frac{dZ_j(t)}{dt} = F_j(Z_1(t), \dots, Z_n(t)). \quad (3.2.2)$$

Далее делается допущение о возможности представления F_j в линейном виде, при $j = 1, \dots, m$

$$\frac{dZ_j(t)}{dt} = \alpha_{j,0} + \sum_{i=1}^n \alpha_{j,i} Z_i(t). \quad (3.2.3)$$

Коэффициенты $\alpha_{j,i}$ также могут зависеть от уровней, причем для целей декомпозиции делается предположение, что эти зависимости мультипликативны:

$$\alpha_{j,i}(Z_1(t), \dots, Z_n(t)) = \alpha_{j,i} \omega_{j,i,1}(Z_1(t)) \times \dots \times \omega_{j,i,n}(Z_n(t)), \quad (3.2.4)$$

где $\omega_{j,i,k}(Z_k(t))$ – некоторые функции от $Z_k(t)$; $j, i, k = 1, \dots, n$.

В этом случае получаем

$$\frac{dZ_j(t)}{dt} = \alpha_{j,0} + \sum_{i=1}^n \alpha_{j,i} \omega_{j,i,1}(Z_1(t)) \times \dots \times \omega_{j,i,n}(Z_n(t)). \quad (3.2.5)$$

В одном из вариантов такого подхода коэффициенты полагаются зависящими от времени и формируют внешние факторы $Y_1(t), \dots, Y_m(t)$, а уравнения для производных индикаторов системы принимают следующий вид:

$$\frac{dZ(t)}{dt} = \Pi_s^+ - \Pi_s^-, \quad (3.2.6)$$

где Π_z^+ – произведение функций $f_i(Z_i(t))$ от системных индикаторов Z_i , рост которых согласно предполагаемым причинно-следственным связям увеличивает значение Z , и внешних факторов, также положительно влияющих на Z .

Слагаемое Π_z^- формируется аналогичным образом, но для случая отрицательного влияния на Z . Указанные функции $f_i(Z_i(t))$ в правых частях уравнений (во многих случаях это бывают полиномы, не-

редко – линейные) получаются в результате регрессионного и экспертного анализа зависимостей индикаторов $Z_j(t)$ и $Z_i(t)$, $i, j \in \{1, \dots, n\}$.

В случае, если система рассматривается на интервале времени, в течение которого причинно-следственные связи меняются, справа могут, как и при определении матрицы $M(i, j)$, стоять правила формирования того или иного вида правой части уравнения.

Для подтверждения адекватности разрабатываемых моделей результаты моделирования сравниваются со статистическими данными, устанавливается отклонение и определяется погрешность.

В случае, если модель допускает прогнозирование, ошибки прогноза, сделанного на ее основе, сравниваются с аналогичными показателями других методов прогнозирования.

Уравнения системной динамики показателей систем позволяют спрогнозировать изменение этих показателей при текущих и планируемых управляющих воздействиях, что необходимо при управлении развитием критических комбинаций событий, а также оценить воздействие тех или иных внешних факторов на данные показатели.

В рассматриваемом подходе применяется дискретный вариант модели системной динамики, в котором вместо уравнений вида (3.2.5) используются дискретные уравнения вида

$$Z(t+1) - Z(t) = \Pi_Z^+ - \Pi_Z^-. \quad (3.2.7)$$

Основные причины, по которым вместо уравнений (3.2.6) будут рассматриваться уравнения (3.2.7), заключаются в следующем.

– В случае, если модели строятся для анализа динамики показателей системы на достаточно длительных интервалах времени (один год), то для проверки адекватности модели будут также использоваться данные по годам. Поэтому в качестве результатов моделирования было бы неправомерно предлагать конкретные непрерывные кривые с информацией о динамике рассматриваемых показателей внутри меньших интервалов времени. Поэтому непрерывные кривые, сопровождающие иллюстрацию решений в данной главе, будут носить символический характер и использоваться исключительно для визуального объединения маркеров рядов полученных данных, если на графике будет изображено сразу несколько таких рядов.

– Наличие в правых частях рассматриваемых уравнений системной динамики функций, вычисление которых зависит от определенных условий, разрывных функций, нарушающих известные условия разрешимости систем дифференциальных уравнений.

Уравнения системной динамики с различным шагом изменения

Еще одной предпосылкой для использования дискретных уравнений является наличие в сложных системах индикаторов с различным шагом изменений или измерений. Для анализа динамики сложных систем необходимо учитывать и быстроменяющиеся переменные, и переменные, значения которых измеряются путем суммирования на достаточно больших отрезках времени. Такими индикаторами могут быть макроэкономические показатели, например, ВВП. Промежуточные значения таких показателей, как правило, не рассматриваются и достаточной для отчетов и анализа считается информация на концах упомянутых отрезков.

Соответствующие значения из статистики используются и для проверки адекватности построенных моделей, их пригодности для анализа возможных ситуаций в прошлом (экстраполяция) и будущем (интерполяция). Поэтому в итоге в качестве результатов моделирования было бы неправомерно предлагать конкретные непрерывные кривые с информацией о динамике рассматриваемых показателей внутри меньших интервалов времени. Такие кривые, если они показываются, могут иметь преимущественно иллюстративное назначение и служить удобству восприятия.

В силу обозначенных причин описание системной динамики подобных процессов с использованием дифференциальных уравнений вызывает существенные вопросы в части объяснения самих таких моделей и корректности известных методов решения дифференциальных уравнений для таких моделей.

В случае, когда индикаторы и внешние факторы системы имеют различные шаги изменения или измерения, вместо (3.2.6) может быть записано более общее выражение. Пусть шаги изменения или измерения рассматриваемых индикаторов $Z_1(t), \dots, Z_n(t)$ и внешних факторов $Y_1(t), \dots, Y_m(t)$ исследуемой системы составляют $\Delta_1, \dots, \Delta_n, \Delta_n+1, \dots, \Delta_n+m$ единиц модельного времени соответственно. Тогда модель динамики каждого из этих индикаторов Z_i можно записать в виде

$$Z_i(t+\Delta i) = F_i(Z_1(t_i, 1), \dots, Z_i(t), \dots, Z_n(t_i, n), \\ Y_1(t_i, n+1), \dots, Y_m(t_i, n+m)), \quad (3.2.8)$$

где $t_{i,j}$ – наибольший момент времени вида $t_{i,j} = k\Delta_j$ такой, что $t_{i,j} \leq t+\Delta_i$, $i = 1, \dots, n$, $j = 1, \dots, n+m$, $F_1, \dots, F_n$ – функции, значения которых определяются тем или иным способом в зависимости выполнения ряда условий. Эти условия могут быть связаны с самим значением $t+\Delta_i$, а также со значениями рассматриваемых индикаторов и внешних факторов в более ранние моменты времени.

При проведении имитационного моделирования значения индикаторов системы определяются в моменты времени из множества $\{\Delta_1, \dots, \Delta_n, 2\Delta_1, \dots, 2\Delta_n, \dots\}$ в порядке расположения этих значений на числовой оси. При этом если очередной период времени Δ_n для индикатора Z_i еще не пройден, его значение остается равным определенному ранее, а для определения очередного значения каждого индикатора $Z_i(k\Delta_i)$ используются значения других индикаторов в более ранние моменты также и в случаях, когда шаг моделирования этих индикаторов отличается от Δ_i .

Отметим, что наличие в системе дискретных индикаторов с различным шагом изменения не исключает возможности и анализа индикаторов, поведение которых представлено обыкновенными дифференциальными уравнениями.

Однако для того, чтобы решать эти уравнения соответствующими методами, в исходной системе нужно выделить подсистемы, которые на определенных отрезках исследуемого интервала будут удовлетворять требуемым для решения условиям.

При оценке точности моделей системной динамики с различным шагом изменения индикаторов представляется целесообразным использовать для определения точности прогнозов известные метрики, в частности WAPE (англ. *Weighted Absolute Percent Error*, взвешенная абсолютная ошибка):

$$WAPE = \frac{\sum_{t=1}^n |Z_{фк}(t) - Z_{пр}(t)|}{\sum_{t=1}^n |Z_{фк}(t)|}, \quad (3.2.9)$$

где $Z_{фк}(t)$ – фактические значения индикатора согласно рассматриваемой статистике, $Z_{пр}(t)$ – значения индикатора, полученные в результате прогнозирования с помощью модели.

Однако при этом количество точек сравнения у различных индикаторов будет различаться в силу разности шага, как и точность модели по различным индикаторам. В этом случае вопрос адекватности (достаточной точности) модели должен решаться в зависимости от того, насколько удовлетворительна точность по основным исследуемым индикаторам и насколько сильна зависимость этих индикаторов от остальных с невысокой точностью или небольшим количеством точек сравнения.

При этом в целом на фиксированных наборах статистики модели системной динамики могут быть доведены до достаточно высокой точности. А при развитии событий, появлении новых факторов (например, пандемии коронавирусной инфекции) модели системной динамики в любом случае будет нуждаться в коррекции.

Условия применимости

Для прогнозирования достижимости индикаторами целевых показателей необходимы входные данные, описанные выше, из достоверных и регулярно обновляемых доступных источников.

Для долгосрочного и среднесрочного прогнозирования регулярно требуется обновление (корректировка) текущей модели системной динамики с учетом новых поступающих данных, так как она построена на данных за сравнительно небольшой период и прогнозирование, соответственно, возможно на еще меньший срок.

Исторические данные за более длительный период оказываются в ограниченном доступе, кроме того, в период повышенной экономической турбулентности использование моделей на «длинных» исторических данных, предполагающих относительное постоянство причинно-следственных связей, может оказаться нецелесообразным. Современные модели системной динамики должны корректироваться достаточно оперативно.

При использовании моделей системной динамики следует иметь в виду, что решения системы большого числа нелинейных дифференциальных уравнений могут быть неустойчивы (некорректны), т. е. небольшие изменения в параметрах взаимосвязи переменных или (и) в начальных данных могут приводить к радикальному изменению решения и его свойств.

Преимущества

Преимуществом моделей системной динамики является учет в этих моделях влияния одного индикатора на изменение другого, что и позволяет отразить разнообразные связи между ними.

При решении задач, связанных с анализом поведения сложных систем, полный учет экспертами динамики большого количества взаимосвязанных факторов, действующих на систему показателей функционирования и развития сложных систем, в особенности крупномасштабных, практически невозможен из-за их многообразия и сложности. Поэтому знания и опыт экспертов целесообразно использовать при построении комплексов моделей, использование которых в информационно-советующих системах даст возможность анализировать разнообразные варианты динамики показателей, характеризующих возникновение критических комбинаций событий, определять предпосылки возникновения таких комбинаций и последствия возможных управляющих воздействий, влияющих на них.

Преимущество концепции критических комбинаций событий состоит в том, что в ней учитывается взаимное влияние сравнительно незначительных событий различной природы, приводящее к возникновению новых эффектов в сложных системах.

Обеспечение согласованности с прогнозными моделями

Построение моделей системной динамики базируется на основных целях, задачах и базовых индикаторах достижения стратегических целей. Для определения достижимости индикаторами целевых показателей необходима информация о текущем и предыдущих состояниях достижения целевых показателей, а также о планируемой или возможной динамике состояния рассматриваемых внешних факторов на прогнозный период.

Системно-динамическое моделирование позволяет сделать количественный прогноз поведения целевых индикаторов в текущих условиях реализации стратегических планов. В результате применения системно-динамического подхода к определению достижимости целей могут быть количественно оценены ресурсы, необходимые для достижения целей, что позволит более адекватно выбрать источники, способные предоставить такое количество ресурсов.

Основные прогнозные модели – модели системной динамики и модели для анализа временных рядов. Последние позволяют проводить экстраполяцию на основе исторических данных и осуществлять

таким образом техническое прогнозирование. Однако для прогнозирования динамики целевых индикаторов, находящихся в сложных прямых и обратных связях между собой и внешними факторами, целесообразно использовать модели системной динамики. Они позволяют учесть эти связи и кризисные, турбулентные явления в социально-экономических системах.

Анализ временных рядов при этом может использоваться для прогнозирования динамики внешних факторов. Таким образом, если прогнозные методы на основе анализа временных рядов дают информацию о возможных вариантах поведения внешних факторов, то метод системной динамики использует эту информацию для прогнозирования динамики сложной системы индикаторов.

Таким образом, прогнозные методы на основе анализа временных рядов дают информацию о возможных вариантах поведения внешних факторов, метод системной динамики использует эту информацию для прогнозирования динамики сложной системы индикаторов, и обе группы методов используют в основе своей работы данные о достижении индикаторами определенных значений в настоящий момент и в предыстории.

Также модели для оценки достижения целевых значений в дальнейшем будут использованы при проверке точности моделей системной динамики и прогнозных методов на основе анализа временных рядов.

Постановка задачи

Предположим, что задано множество Σ целей, подцели (задачи) которых связаны с целевыми индикаторами $Z_1, \dots, Z_n$. Эти индикаторы можно рассматривать как переменные $Z_1(t), \dots, Z_n(t)$. Предположим также, что выбраны и обоснованы внешние факторы $Y_1(t), \dots, Y_k(t)$, влияющие на $Z_1(t), \dots, Z_n(t)$.

Пусть для индикаторов $Z_1(t), \dots, Z_n(t)$ в документах стратегического планирования задан комплекс условий достижения целей из множества Σ :

$$P = P(Z_1(t), \dots, Z_n(t), t_{11}, \dots, t_{1,m}, \dots, t_{n,1}, \dots, t_{n,m}, Z_{1,1}, \dots, Z_{1,\tilde{m}}, \dots, Z_{n,1}, \dots, Z_{n,\tilde{m}}),$$

состоящий из условий принадлежности значений $Z_i(t)$ при $i = 1, \dots, n$ множествам $Z_{i,1}, \dots, Z_{i,\tilde{m}}$ в моменты времени $t_{i,1}, \dots, t_{i,m}$, $m \geq 1$.

Если M – комплекс моделей для прогнозирования динамики внешних факторов $Y_1(t), \dots, Y_m(t)$, индикаторов $Z_1(t), \dots, Z_n(t)$ и вспомогательных переменных $X_1(t), \dots, X_k(t)$, то будем говорить, что цели стратегического планирования Σ достижимы с моделями прогнозирования M и вариантами (сценариями) поведения внешних факторов $Y_1, \dots, Y_m \geq 1$, если для любого из вариантов $Y_1, \dots, Y_m$ выполняется комплекс условий P .

Необходимо:

- разработать комплекс моделей M для анализа и прогнозирования динамики индикаторов $Z_1(t), \dots, Z_n(t)$ на основе известных начальных условий и данных о возможном поведении внешних факторов $Y_1(t), \dots, Y_k(t)$;
- определить и обосновать процедуры проверки точности и корректности разработанного математического обеспечения и, используя эти процедуры, определить качество моделей M ;
- используя разработанные математические модели M , осуществить анализ и прогнозирование динамики целевых индикаторов, на основе его результатов сделать выводы о достижимости целевых значений индикаторами $Z_1(t), \dots, Z_n(t)$ в намеченные сроки и с имеющимися ресурсами;
- разработать рекомендации на случай прогнозируемого недостижения некоторыми индикаторами соответствующих целевых значений.

Необходимая информация, входные данные

Входная информация, необходимая для применения системно-динамического подхода к определению достижимости целей стратегического планирования:

- совокупность индикаторов $Z_1(t), \dots, Z_n(t)$ и условий достижимости целей стратегического планирования. Условия могут быть изложены в виде сценариев (совокупности временных рядов с указанием допустимых интервалов для значений индикаторов в соответствующие моменты времени);
- исторические или модельные данные по индикаторам $Z_1(t), \dots, Z_n(t)$, представляемые со стороны заказчика для разработки модели системной динамики;
- множество возможных внешних факторов $Y_1(t), \dots, Y_m(t)$, влияющих на $Z_1(t), \dots, Z_n(t)$. Влияние устанавливается путем эксперт-

ного анализа и анализа корреляции временных рядов. Вопрос полноты множества внешних факторов, как и вопрос полноты множества индикаторов отрасли или предметной области, решается в конечном итоге ЛПР с учетом изложенных ниже аспектов. Кроме того, в зависимости от масштаба модели один и тот же показатель может рассматриваться и как переменная модели, и как внешний фактор. Множество внешних факторов желательно выбрать таким, чтобы их можно было считать относительно независимыми. При наличии учитываемой зависимости между внешними факторами вычислительные эксперименты имеют более сложный характер, так как в каждый вычислительный эксперимент нужно будет закладывать несколько рядов данных. На основании возможных сценариев поведения управляемых и неуправляемых внешних факторов будет моделироваться поведение интересующих ЛПР индикаторов $Z_1(t), \dots, Z_n(t)$;

- исторические данные (статистика) по внешним факторам. Исторические данные должны быть одновременно доступны для переменных и внешних факторов на достаточно длительном отрезке времени, используемом для построения модели;

- варианты поведения (сценарии поведения) внешних факторов, для которых пользователь хочет узнать достижимость индикаторами тех или иных целевых значений и другие условия, ограничения для вычислительных экспериментов;

- способ измерения погрешности модели и максимальное допустимое значение погрешности, измеряемое указанным способом;

- дополнительные пожелания по форме искомого результата.

Выходные данные

В качестве результата после применения системно-динамического подхода к проверке достижимости целей стратегического планирования получается отчет о достижимости индикаторами целей стратегического планирования в предлагаемых условиях с выводами (моменты времени, в которых цели не достигаются, варианты дополнительных условий компенсации в случае недостижимости).

Алгоритм

Схема решения задачи включает следующие этапы.

Этап 1. Построение и идентификация моделей системной динамики на основе исходных данных.

Выбор подходов и методов для построения модели зависит от следующих факторов:

- объема имеющейся информации об объекте исследования,
- типа экспериментальных данных,
- типа исследуемого объекта,
- вида математической модели,
- критериев качества модели.

Идентификация математической модели заданной структуры (параметрическая идентификация) – это определение набора числовых параметров модели, которые обеспечивают наилучшее в заданном смысле соответствие экспериментальных данных и модельных (рассчитанных по модели) значений. В рамках теории идентификации определение точного вида модели осуществляется в соответствии со следующими основными этапами:

- выбор типа модели,
- процедура параметрической идентификации для выбранного типа модели,
- контроль качества модели.

При этом задача определения параметров модели динамики системы социально-экономических индикаторов – это задача непараметрической идентификации модели системной динамики на основе данных пассивных (неконтролируемых, невоспроизводимых) экспериментов. Решение такой задачи включает в себя идентификацию вида модели с точностью до параметров и решение задачи параметрической идентификации, где определяются сами параметры модели.

Решение задачи идентификации модели с точностью до параметров осуществляется с привлечением экспертов и основывается на корреляционно-регрессионном анализе и построении схем причинно-следственной связи рассматриваемых индикаторов и внешних факторов.

Эти схемы определяют вид уравнений системной динамики. Далее решается задача параметрической идентификации модели. Существующие подходы к решению таких задач можно разделить на две группы: статистические и нестатистические.

Статистические методы на сегодняшний день представляют собой наиболее распространенный инструмент прикладного анализа наблюдений. Основу их составляют предположения о подчинении

наблюдаемых величин какому-либо закону распределения вероятностей, на практике при анализе социально-экономических систем это не всегда находит подтверждение.

Другая методология основана на работах Л.В. Канторовича [146]. Суть этой методологии в максимально полном использовании всей имеющейся количественной и качественной информации об объекте исследования для определения интервалов, вариация значений внутри которых обеспечивает требуемый уровень качественных характеристик модели. Такие алгоритмы развиты и представлены, в частности, в работах [147, 148], они могут быть применены для анализа и прогнозирования динамики показателей социально-экономических систем. Схема подхода представлена на рис. 3.2.2 [149].



Рис. 3.2.2. Логическая схема подхода к идентификации моделей системной динамики

После идентификации модели она используется для прогнозирования динамики индикаторов, заданных в постановке задачи.

Этап 2. Использование модели системной динамики для определения достижимости целей стратегического планирования.

На этом этапе осуществляется прогнозная оценка значений показателей и сравнение прогноза с целевыми значениями, заложенными в сценарии документов стратегического планирования. Прогноз осуществляется на основе текущих тенденций динамики внешних факторов и по дополнительным сценариям, если такие поступают от Заказчика.

В случае установления недостижимости целевых значений путем вычислительных экспериментов могут быть установлены условия, при которых целевые значения достижимы. В частности, могут быть установлены комбинации сравнительно небольших изменений внешних факторов, способствующие достижению целей стратегического планирования (критические комбинации событий).

Методика интерпретации результатов

Вывод о недостижимости индикатором $Z(t)$ целевого значения Z' к моменту t означает, что по прогнозу с использованием построенной модели системной динамики в заданных условиях значение $Z(t)$ к моменту t будет существенно меньше (больше) целевого значения Z' . При этом следует учитывать максимальную погрешность модели, указанную (определенную) в условиях задачи. Вывод о достижимости индикатором $Z(t)$ целевого значения Z' к моменту t означает, что согласно прогнозу к моменту t значение $Z(t)$ будет достаточно близким к Z' , при этом также следует учитывать максимальную погрешность.

Пример 15. Оценка достижения индикаторами целевых значений при производстве лекарств

В пункте 67 Указа Президента Российской Федерации № 400 от 2 июля 2021 г. «О стратегии национальной безопасности Российской Федерации» приводится 35 основных задач, решение которых необходимо для достижения целей экономической безопасности. Среди основных стратегических задач развития промышленности в части фармакологии важную роль играет достижение ряда индикаторов, среди которых значатся целевые показатели Ц1 «Расширение производства лекарственных средств и медицинских изделий» и Ц2 «Создание и производство отечественных вакцин против актуальных инфекционных заболеваний».

Рассмотрим поставленные задачи в части расширения производства лекарственных средств. Как следует из контекста Указа Президента РФ № 400, решение задачи подразумевает расширение и поддержание ассортимента лекарственных средств удовлетворения нужд населения РФ. При этом лекарственные средства должны производиться преимущественно в России с минимально возможными организационными и финансовыми затратами на импортируемые (в первую очередь – из недружественных стран) субстанции и составляющие упаковки.

Целевой показатель Ц1, касающийся расширения производства лекарственных средств и медицинских изделий, конкретизирован, в частности, следующими индикаторами из приложения к Стратегии развития фармацевтической промышленности Российской Федерации на период до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 7 июня 2023 г. № 1495-р (далее – СРФП):

$Z_1(t)$ – объем рынка лекарственных средств для медицинского применения в Российской Федерации (млрд упаковок);

$Z_2(t)$ – доля лекарственных средств для медицинского применения, произведенных на территории РФ, в суммарном объеме потребления в натуральном выражении (процентов).

Аргумент времени t у индикаторов введен в связи с тем, что они рассматриваются как переменные, зависящие от времени в годах. В табл. 3.2.1, 3.2.2 представлены целевые значения индикаторов $Z_1(t)$ и $Z_2(t)$ из СРФП.

Таблица 3.2.1
Целевые значения индикатора $Z_1(t)$, млрд упаковок

Сценарий	Год								
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Консервативный	5,11	5,29	5,31	5,31	5,32	5,32	5,32	5,32	5,32
Базовый	5,11	5,31	5,34	5,35	5,36	5,37	5,37	5,38	5,38

Таблица 3.2.2
Целевые значения индикатора $Z_2(t)$, процентов

Сценарий	Год								
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030

Консервативный	61,8	61,8	62,6	62,6	63	63,3	63,5	63,7	63,8
Базовый	61,8	62,6	63,3	63,9	64,6	65,2	65,8	66,3	66,6

Набор индикаторов, представленных в СРФП более широк, однако в примере он ограничивается индикаторами, которые могут быть рассчитаны на основе общедоступной статистики за 2018–2022 гг. На рис. 3.2.3, 3.2.4 представлены данные аналитического отчета «Развитие фармацевтического рынка России 2023 в новой реальности: ключевые игроки и результаты» (от 4 августа 2023 г.) группы «Деловой профиль» [15], связанные с рассматриваемыми индикаторами $Z_1(t)$ и $Z_2(t)$.

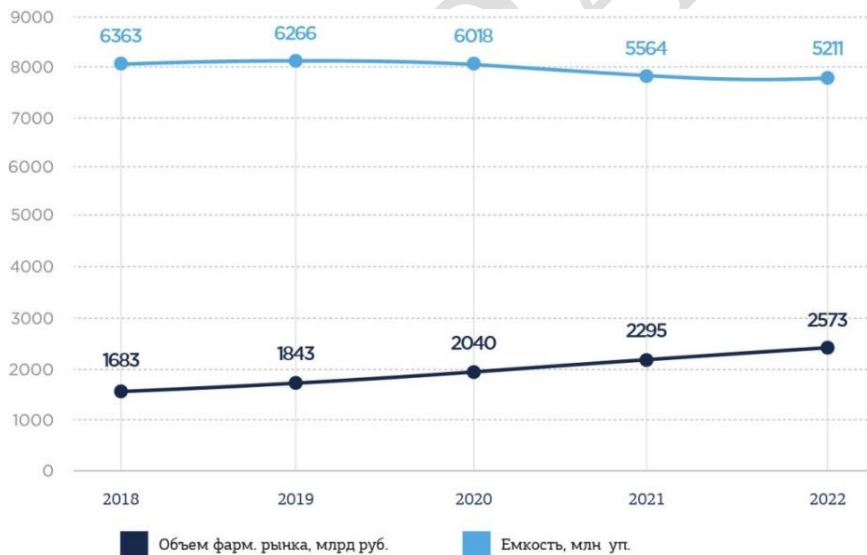


Рис. 3.2.3. Динамика объема рынка лекарственных средств РФ в натуральном и денежном выражении в 2018–2022 гг.

¹⁵ Развитие фармацевтического рынка России 2023 в новой реальности: ключевые игроки и результаты. – URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/razvitie-farmatsevticheskogo-rynka-rossii-2023-v-novoy-realnosti-klyuchevye-igroki-i-rezultaty/> (дата обращения 15.11.2023).

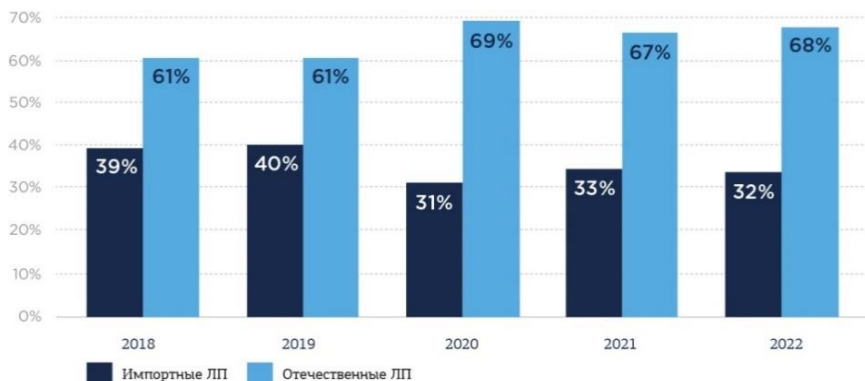


Рис. 3.2.4. Доли импортных и российских лекарственных препаратов на фармацевтическом рынке России в натуральном выражении, 2018–2022 гг.

В табл. 3.2.3 приведены значения индикаторов СРФП в соответствии с представленными выше данными.

Таблица 3.2.3
Значения индикаторов СРФП в 2019–2022 гг.

Индикатор	Год			
	2019	2020	2021	2022
$Z_1(t)$ – объем фармацевтического рынка РФ, млрд упаковок	6,266	6,018	5,564	5,211
$Z_2(t)$ – доля препаратов производства РФ, в натур. выражении, процент	61	69	67	68

В СРФП представлены консервативный и базовый сценарии с целевыми значениями индикаторов $Z_1(t)$ и $Z_2(t)$ (см. рис. 3.2.5, 3.2.6).

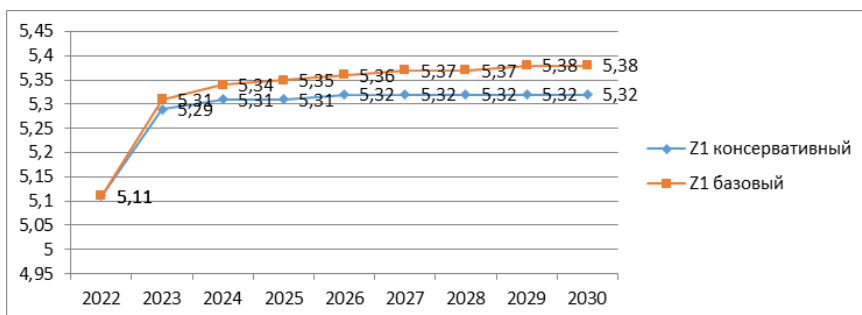


Рис. 3.2.5. Консервативный и базовый сценарии СРФП для индикатора $Z_1(t)$, млрд упаковок

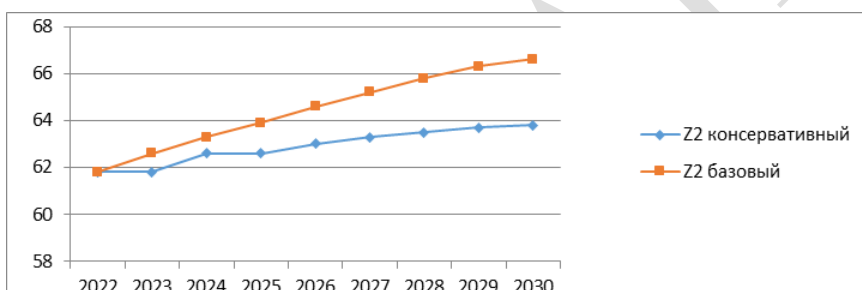


Рис. 3.2.6. Консервативный и базовый сценарии СРФП для индикатора $Z_2(t)$, проценты

Оценим достижение социально-экономического развития РФ в части рассматриваемых индикаторов развития фармацевтической промышленности.

В базовом и консервативном сценариях СРФП для индикаторов $Z_1(t)$ и $Z_2(t)$ заданы целевые показатели, начиная с 2022 г. Однако, как видно из табл. 3.2.3, в целом за 2019–2022 гг. наметился тренд снижения объема фармацевтического рынка РФ по количеству упаковок. В то же время стоимостной объем рынка растет в этом периоде. Такое сочетание тенденций можно объяснить преимущественной покупкой более дорогих лекарственных средств и малым количеством

более дешевых лекарств на рынке. Похожие обстоятельства отмечались экспертами в 2020 г. и объяснялись дефицитом недорогих лекарств [16].

Теперь определим индикаторы – внешние факторы, которые влияют на рассматриваемые индикаторы $Z_1(t)$ и $Z_2(t)$, а сами считаются независимыми друг от друга и от $Z_1(t)$, $Z_2(t)$.

Множество внешних факторов, которые потенциально могут рассматриваться в представляемой модели системной динамики, весьма широко. Однако из контекста стратегических документов можно выделить группы внешних воздействий достаточно узкого характера. Это группы воздействий, связанные со следующими основными направлениями:

- государственная поддержка научных исследований, без которых невозможна разработка новых лекарств и субстанций взамен импортных. При этом необходимо учитывать поддержку разных отраслей науки, включая химию, биологию и др.;

- экономические ограничения, вводимые недружественными странами, их результаты в виде ограничений внешнеэкономической деятельности РФ;

- инфляция, рост цен в стране.

Следующим критерием для отбора индикаторов – внешних факторов является наличие общедоступной систематической и достоверной статистики. Результаты применения этого критерия отражены в табл. 3.2.4, в которой представлены три внешних фактора.

Таблица 3.2.4

Рассматриваемые внешние факторы модели

Содержательный смысл	Фактический индикатор	Источники информации
Государственное финансирование научных исследо-	$Y_1(t)$ – расходы на гражданскую науку из средств федерального	Федеральная служба гос. статистики ¹⁷ . Обоснование индикатора:

¹⁶ В российских аптеках рекордно возросли продажи. <https://ria.ru/20201030/apteki-1582218925.html>, дата обращения 20.11.2023.

¹⁷ Финансирование науки из средств федерального бюджета: URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Nauka_4.xls. Дата обращения 12.10.2024.

Содержательный смысл	Фактический индикатор	Источники информации
ваний, направленных на разработку отечественных лекарственных, субстанций и материалов для их производства	бюджета, в процентах к расходам федерального бюджета	Стратегия развития фармацевтической промышленности Российской Федерации на период до 2030 года (ст. 15, 20, 24, 26).
Международные санкции, направленные на ограничение внешней торговли и получения РФ валютной выручки	$Y_2(t)$ – экспорт из РФ, млн долл. США	Федеральная служба гос. статистики ¹⁸ . Обоснование индикатора: Стратегия развития фармацевтической промышленности Российской Федерации на период до 2030 года (с. 14).
Инфляция, рост цен в РФ	$Y_3(t)$ – медианная заработная плата в РФ, руб.	Федеральная служба гос. статистики ¹⁹ .

В табл. 3.2.5 отражены данные, полученные по рассматриваемым факторам из указанных в табл. 3.2.4 источников.

Таблица 3.2.5
Значения внешних факторов в 2019–2022 гг.

Наименование показателя	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Расходы на гражданскую науку из средств федерального бюджета, в процентах по отношению к ВВП, $Y_1(t)$	0,44	0,51	0,48	0,41
Экспорт из РФ, млрд долл. США, $Y_2(t)$	424,261	337,295	493,096	591,500
Медианная заработная плата в РФ, тыс. руб., $Y_3(t)$	30,458	32,422	35,370	40,368

На основании содержания рассматриваемых нормативных документов, анализа взаимной корреляции индикаторов, факторов и их

¹⁸ <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/94itog.xlsx>

¹⁹ https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Mediana_2019–2022.xlsx

физического смысла предложена схема причинно-следственных связей для представляемой модели системной динамики, табл. 3.2.6.

Таблица 3.2.6
Связи рассматриваемых индикаторов и факторов

Факторы	$Z_1(t)$	$Z_2(t)$	$Y_1(t)$, финан. науки	$Y_2(t)$, экспорт РФ	$Y_3(t)$, медианная зарплата
$Z_1(t)$, объем рынка ЛП		–	+	–	–
$Z_2(t)$, доля производства в РФ	–		+		+

В табл. 3.2.6 символом «+» обозначено, что на рассматриваемом отрезке времени рост индикатора или фактора из соответствующего столбца положительно влияет на рост индикатора из строки. Символ «–» означает, что в рассматриваемой модели рост индикатора или фактора из столбца отрицательно влияет на рост индикатора из строки.

Внешние факторы в строках не присутствуют, так как выше было введено предположение, что внешние факторы не зависят от индикаторов. Поэтому графически схема причинно-следственных связей динамики рассматриваемых индикаторов и внешних факторов может быть представлена на рис. 3.2.7.



Рис. 3.2.7. Граф причинно-следственных связей

При формировании системы уравнений вида (3.2.7) будем исходить из принципа «от простого к сложному» и предполагать, что функции $f_i(Z_i(t), t)$, $g_i(Y_i(t), t)$ линейны, и более того, уравнения имеют вид

$$\begin{cases} Z_1(t+1) - Z_1(t) = a_{1,1}(t)Y_1(t) - a_{1,2}(t)Y_2(t)Y_3(t)Z_2(t), \\ Z_2(t+1) - Z_2(t) = a_{2,1}(t)Y_1(t)Y_3(t) - a_{1,2}(t)Z_1(t), \end{cases} \quad (3.2.9)$$

где $a_{1,1}(t)$, $a_{1,2}(t)$, $a_{2,1}(t)$, $a_{2,2}(t) \geq 0$ – коэффициенты, определяемые при идентификации модели.

Начальные значения $Z_1(1)$, $Z_2(1)$, соответствующие 2019 г., берутся равными единице, так как в модели по всем переменным используются данные, нормированные по значениям этих переменных за 2019 г.; значения внешних факторов $Y_1(t)$, $Y_2(t)$, $Y_3(t)$ при идентификации (определении коэффициентов модели) берутся из статистических данных (табл. 3.2.5, столбцы 2–4), а при проведении вычислительных экспериментов задаются пользователем соответственно рассматриваемому сценарию в виде числового ряда или функции.

Процедуры идентификации модели системной динамики (определения коэффициентов модели, исходя из желаемого значения ее точности) включают, кроме определения вида самих уравнений и решения задач, определение коэффициентов модели.

Переменными в таких задачах являются коэффициенты модели, условием является величина ошибки при моделировании уже известных исторических данных. Такая задача может быть задачей оптимизации, если условие задано в виде целевой функции.

Однако достижение максимума целевой функции точности еще не гарантирует, что этот максимум будет удовлетворять начальным требованиям по точности модели, не нарушая при этом прочих требований. Поэтому в итоге исследователь может так или иначе прийти к требованиям именно в виде неравенств и исходить из них при подборе коэффициентов модели.

Пусть для определения достижимости целей стратегического планирования требуется разработать модель системной динамики, которая на имеющихся исторических данных (табл. 3.2.3) дает ошибку, не превышающую заданное число $\varepsilon > 0$. Для измерения точ-

ности модели используем абсолютную процентную ошибку прогнозирования $WAPE$ и среднюю ошибку аппроксимации Ar , вычисляемые по известным формулам

$$WAPE(Z(1), \dots, Z(n)) = \frac{\sum_{t=1}^n |Z_{\text{фк}}(t) - Z_{\text{ип}}(t)|}{\sum_{t=1}^n |Z_{\text{фк}}(t)|}, \quad (3.2.10)$$

$$Ar(Z(1), \dots, Z(n)) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Z_{\text{фк}}(t) - Z_{\text{ип}}(t)|}{|Z_{\text{фк}}(t)|}, \quad (3.2.11)$$

где $Z_{\text{фк}}(t)$ – известные фактические значения индикатора, $Z_{\text{ип}}(t)$ – значения индикатора, полученные в результате прогнозирования по модели.

Построим базовую модель системной динамики «Прототип № 1». Исходя из этих способов оценки точности моделей, выразим требование ошибки моделирования не более Err в виде системы неравенств:

$$\begin{cases} WAPE(Z_{1\text{ип}}(1), \dots, Z_{1\text{ип}}(n)) \leq Err, \\ WAPE(Z_{2\text{ип}}(1), \dots, Z_{2\text{ип}}(n)) \leq Err, \\ Ar(Z_{1\text{ип}}(1), \dots, Z_{1\text{ип}}(n)) \leq Err, \\ Ar(Z_{2\text{ип}}(1), \dots, Z_{2\text{ип}}(n)) \leq Err, \end{cases} \quad (3.2.12)$$

где $Z_{1\text{ип}}(2), \dots, Z_{1\text{ип}}(n), Z_{2\text{ип}}(2), \dots, Z_{2\text{ип}}(n)$ выражаются через коэффициенты моделей последовательно из уравнений (3.2.9), исходя из начальных значений, $Z_{1\text{ип}}(1), Z_{2\text{ип}}(1)$. Таким образом, (3.2.12) может рассматриваться как система неравенств относительно коэффициентов модели. В рассматриваемом случае $n = 4$ и если принять $\varepsilon = 0,05$, то система (3.2.12) запишется как

$$\left\{ \begin{aligned} & \frac{|Z_{1\text{фк}}(1) - Z_{1\text{пр}}(1)| + |2 - Z_{1\text{пр}}(2)| + |Z_{1\text{фк}}(3) - Z_{1\text{пр}}(3)| + |Z_{1\text{фк}}(4) - Z_{1\text{пр}}(4)|}{Z_{1\text{фк}}(1) + Z_{1\text{фк}}(2) + Z_{1\text{фк}}(3) + Z_{1\text{фк}}(4)} \leq \varepsilon, \\ & \frac{|Z_{2\text{фк}}(1) - Z_{2\text{пр}}(1)| + |Z_{2\text{фк}}(2) - Z_{2\text{пр}}(2)| + |Z_{2\text{фк}}(3) - Z_{2\text{пр}}(3)| + |Z_{2\text{фк}}(4) - Z_{2\text{пр}}(4)|}{Z_{2\text{фк}}(1) + Z_{2\text{фк}}(2) + Z_{2\text{фк}}(3) + Z_{2\text{фк}}(4)} \leq \varepsilon, \\ & \frac{|Z_{1\text{фк}}(1) - Z_{1\text{пр}}(1)|}{4Z_{1\text{фк}}(1)} + \frac{|Z_{1\text{фк}}(2) - Z_{1\text{пр}}(2)|}{4Z_{1\text{фк}}(2)} + \frac{|Z_{1\text{фк}}(3) - Z_{1\text{пр}}(3)|}{4Z_{1\text{фк}}(3)} + \frac{|Z_{1\text{фк}}(4) - Z_{1\text{пр}}(4)|}{4Z_{1\text{фк}}(4)} \leq \varepsilon, \\ & \frac{|Z_{2\text{фк}}(1) - Z_{2\text{пр}}(1)|}{4Z_{2\text{фк}}(1)} + \frac{|Z_{2\text{фк}}(2) - Z_{2\text{пр}}(2)|}{4Z_{2\text{фк}}(2)} + \frac{|Z_{2\text{фк}}(3) - Z_{2\text{пр}}(3)|}{4Z_{2\text{фк}}(3)} + \frac{|Z_{2\text{фк}}(4) - Z_{2\text{пр}}(4)|}{4Z_{2\text{фк}}(4)} \leq \varepsilon, \end{aligned} \right. \quad (3.2.13)$$

где $Z_{1\text{фк}}(1), \dots, Z_{1\text{фк}}(4)$ – нормированные по $Z_1(2019)$, $Z_{1\text{фк}}(1), \dots, Z_{1\text{фк}}(4)$ – нормированные по $Z_2(2019)$ значения из табл. 3.2.3 (таким образом, модельному времени $t = 1, \dots, 4$ соответствуют 2019–2022 гг.), значения $Y_1(t)$, $Y_2(t)$ и $Y_3(t)$ для $t = 1, \dots, 4$ берутся из табл. 3.2.5, а $Z_{1\text{пр}}(2), \dots, Z_{1\text{пр}}(4)$, $Z_{2\text{пр}}(2), \dots, Z_{2\text{пр}}(4)$ выражаются через $a_{1,1}(t)$, $a_{1,2}(t)$, $a_{2,1}(t)$, $a_{2,2}(t)$ последовательно из уравнений (3.2.9).

Таким образом, (3.2.13) представляет собой систему неравенств относительно $a_{1,1}(t)$, $a_{2,1}(t)$, $a_{1,2}(t)$, $a_{2,2}(t)$.

Удовлетворяющий этой системе набор $a_{1,1}(t)$, $a_{1,2}(t)$, $a_{2,1}(t)$, $a_{2,2}(t)$ был подобран с использованием эконометрического моделирования и после уточнения были получены следующие значения коэффициентов модели:

$$\begin{pmatrix} a_{1,1}(t) & a_{1,2}(t) \\ a_{2,1}(t) & a_{2,2}(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,180(1,15^{t-1}) & 0,240 \\ 0,289(1,04^{t-1}) & 0,268 \end{pmatrix}, \quad (3.2.14)$$

где за момент времени $t = 1$ берется 2020 г. Таким образом, функции $a_{1,2}(t)$, $a_{2,2}(t)$ фактически оказываются константами в этом наборе.

Взвешенная абсолютная процентная ошибка прогнозирования (3.2.10) и средняя ошибка аппроксимации (3.2.11) модели с коэффициентами (3.2.14) на данных за 2019–2022 гг. составили около 4 % по индикатору $Z_1(t)$, (рис. 3.2.8) и около 5 % по индикатору $Z_2(t)$ (рис.3.2.9).

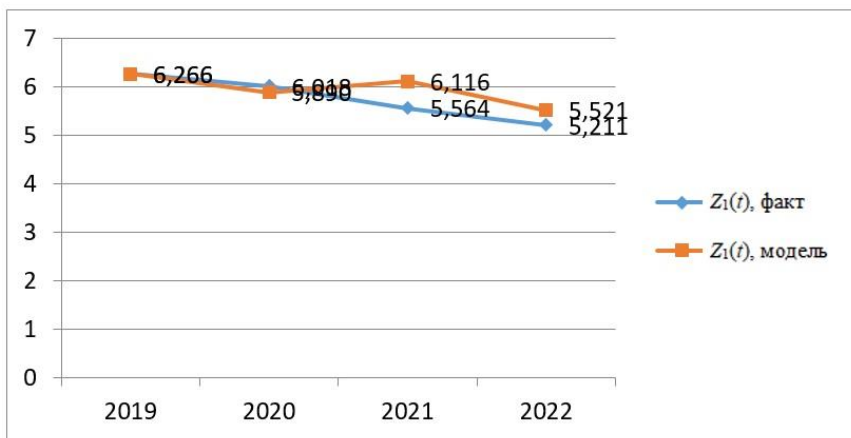


Рис. 3.2.8. Модельные и фактические данные по объему рынка лекарственных препаратов в РФ, индикатор $Z_1(t)$, млрд упаковок

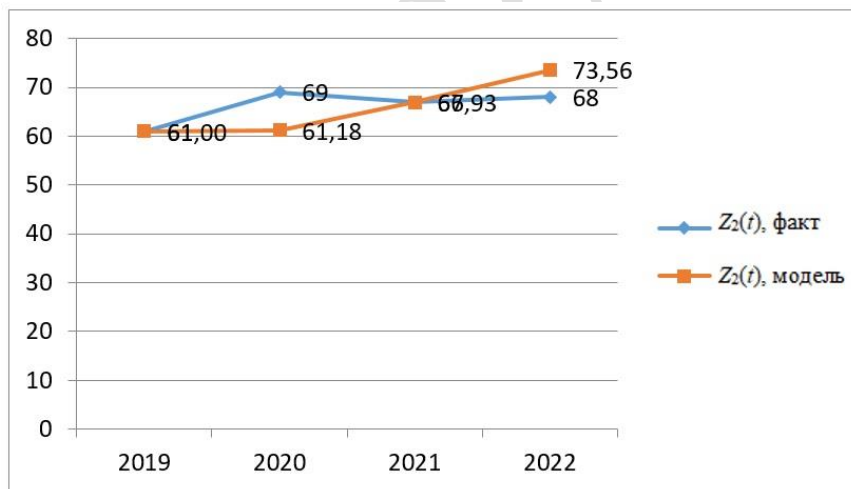


Рис. 3.2.9. Модельные и фактические данные по доле препаратов производства РФ, индикатор $Z_2(t)$, проценты

Данные о проверке качества модели сведены в табл. 3.2.7 (в столбце Ar ошибка указана в процентах в соответствии с определением 3.2.12).

Таблица 3.2.7

Результаты проверки качества модели

Индикатор, ед. изм.	Год				Ошибка	
	2019	2020	2021	2022	WAPE	Ar
$Z_1(t)$, факт, млрд упаковок	6,266	6,018	5,564	5,211		
$Z_1(t)$, модель, млрд упаковок	6,266	5,890	6,116	5,521	0,043	4,473
$Z_2(t)$, факт, проценты	61,00	69,00	67,00	68,00		
$Z_2(t)$, модель, проценты	61,00	61,18	66,93	73,56	0,051	4,885

Определение достижимости индикаторами целевых значений.

Была поставлена задача: определить достижимость индикаторами $Z_1(t)$, $Z_2(t)$ целевых значений, определенных в 2024 г. базовым и консервативным сценариями СРФП РФ на период до 2030 г.

С использованием построенной модели установлено, что при сохранении в 2023–2024 гг. значений внешних факторов от 2022 г. (консервативный сценарий) целевые значения $Z_1(t)$ достигнуты не будут (рис. 3.2.10), а целевые значения $Z_2(t)$ будут достигнуты и превышены (рис. 3.2.11).

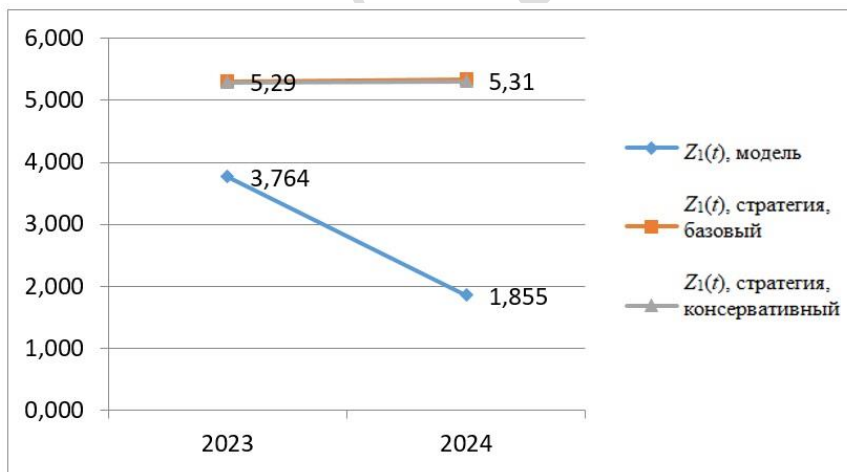


Рис. 3.2.10. Прогнозируемая динамика $Z_1(t)$ (млрд упаковок) в сравнении с целевыми значениями базового и консервативного сценариев

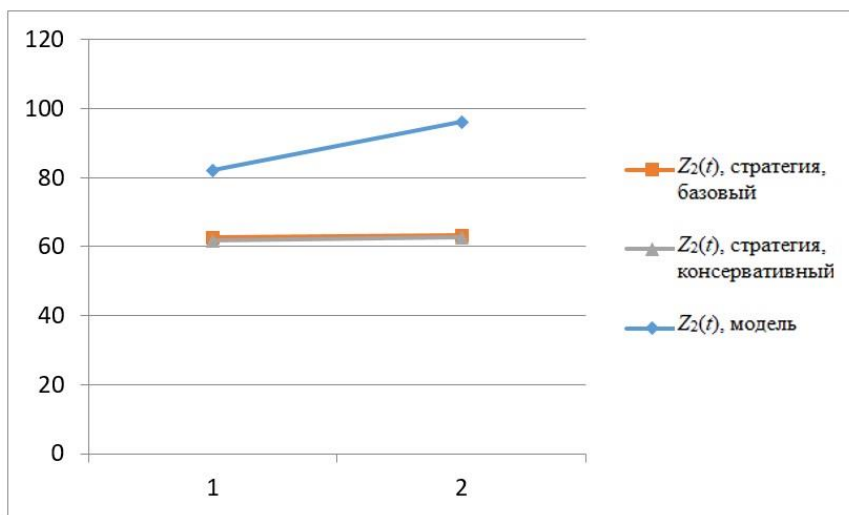


Рис. 3.2.11. Прогнозируемая динамика $Z_2(t)$ (процент) в сравнении с целевыми значениями базового и консервативного сценариев при инерционном сценарии в 2023–2024 гг.

В прогнозируемом периоде отмечается существенное снижение количества продаваемых упаковок препаратов (индикатор $Z_1(t)$), в более слабом виде эта тенденция проявлялась и в 2019–2022 гг. При параллельном росте рынка в денежном выражении такая тенденция объясняется тем, что производство недорогих лекарств во многих случаях становится невыгодным. А в случаях, когда такие лекарства все же поступают в продажу, они продаются в более крупных упаковках (например, активированный уголь в аптеках чаще продается в упаковках по 50 таблеток, чем по 10, как это было привычно раньше).

Тем не менее, на модели можно наблюдать и исправление негативного тренда индикатора $Z_1(t)$ при усилении положительного для этого индикатора внешнего воздействия. Так, в сценариях с увеличением расходов на гражданскую науку из средств федерального бюджета (в процентах по отношению к ВВП, фактор $Y_1(t)$) в два раза и уменьшения экспорта из РФ (фактор $Y_2(t)$) на 30 % ежегодно в течение 2023 и 2024 г. мы наблюдаем по его окончании существенное снижение темпов падения $Z_1(t)$ (рис. 3.2.12).

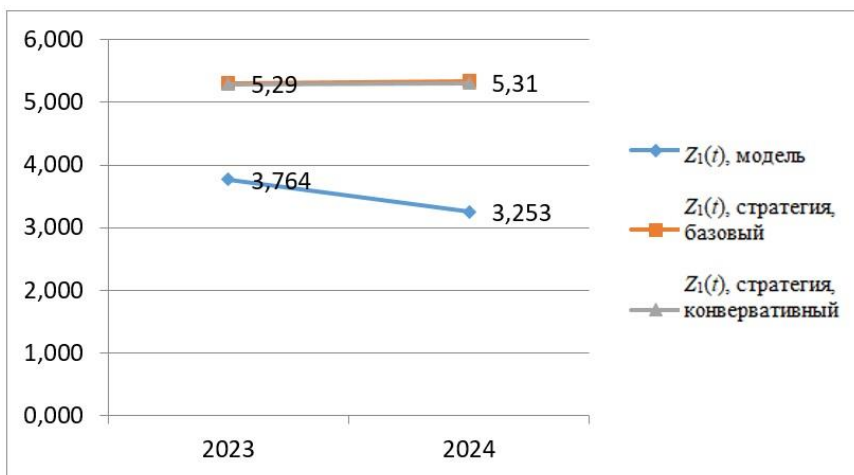


Рис. 3.2.12. Прогнозируемая динамика $Z_1(t)$ (млрд упаковок) при росте $Y_1(t)$ на 100 % и снижении $Y_2(t)$ на 30 % в 2023–2024 г.

В случае роста фактора $Y_3(t)$ (медианная зарплата в РФ), который отрицательно связан с $Z_1(t)$, например, на 15 % в год в течении 2023–2024 гг. снижение $Z_1(t)$ усиливается (рис. 3.2.13).

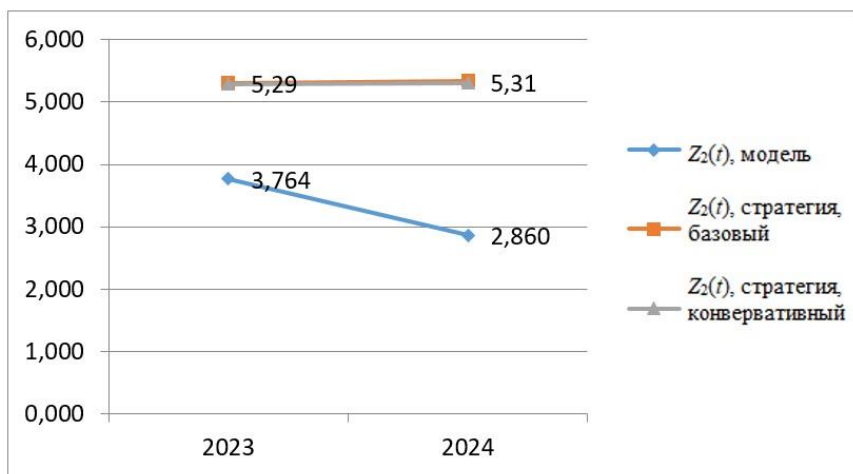


Рис. 3.2.13. Прогнозируемая динамика $Z_1(t)$ (млрд упаковок) при росте $Y_1(t)$ на 100 %, снижении $Y_2(t)$ на 30 %, росте $Y_3(t)$ на 15 % в 2023–2024 гг.

Рост индикатора $Z_2(t)$ – доля препаратов производства РФ в натуральном выражении (проценты) – будет в перечисленных сценариях существенным, и этот индикатор достигнет по итогам 2024 г. значения 80 %.

Следовательно, одной из возможных критических комбинаций событий в этом примере является повышение расходов на гражданскую науку на 40 % в 2023–2025 гг. и ежегодное снижение экспорта из РФ на 10 % в эти годы. В случае реализации такой комбинации рост обоих индикаторов $Z_1(t)$ и $Z_2(t)$ будет опережать целевые показатели в 2025 г.

Комплементарные модели

– Система основных целей, задач и базовых индикаторов достижения целей социально-экономического развития Российской Федерации (M9).

– Модели индикативного планирования для оценки достижения социально-экономического развития РФ (M10, M12).

3.3. Прогнозирование и управление стратегическим развитием компаний (M24, M25)

Производственно-финансовые модели – это широкий класс моделей по управлению производством. В данном разделе описаны модели:

M24 Модель развития госкорпорации.

M25 Модель оценки финансовой устойчивости госкорпорации.

Название модели

Модель развития государственной корпорации (M24) (имитационная модель анализа и прогнозирования достижимости индикаторов стратегического планирования производственно-финансовой системы). На базе этой модели разработана модель оценки финансовой устойчивости госкорпорации (M25).

Функция

В данном разделе под термином «программа» подразумевается государственная программа развития какой-то отрасли или программа развития госкорпорации.

Имитационная модель базируется на динамическом моделировании баланса между затратами, выпуском и ресурсным обеспечением программы и позволяет моделировать материальные и финансовые потоки по периодам выполнения программы и численно оценивать влияние выявленных рисков и изменений сценарных условий на целевые индикаторы выполнения программы.

Модель отвечает на вопрос, как повлияет изменение сценарных условий на «степень» выполнения или невыполнения программы (отклонение индикаторов от целевых значений).

К примеру, имитационная модель позволяет оценивать влияние изменяющихся негативных внешних факторов (например, влияние санкций) на устойчивость и достижимость целей развития отрасли и системообразующих предприятий отрасли, отвечающих за базовые индикаторы экономической безопасности РФ.

С помощью модели может проводиться анализ связи индикаторов комплексных программ развития (например, авиатранспортной отрасли) с достижением целей экономического развития РФ (рис. 3.3.1).



Рис. 3.3.1. Связь целей национальной безопасности РФ и Комплексной программы развития авиационной отрасли

Рекомендуется для использования на этапах ИП:

- 7. Модели увеличения прогнозных показателей.
- 13. Программа реализации.
- 14. Анализ участия.

Решаемые задачи

Анализ чувствительности индикаторов выполнения программы к изменению сценарных условий ее выполнения.

Анализ достижимости целевых индикаторов программы при различных сочетаниях неблагоприятных факторов (рисков и угроз).

Потенциальный пользователь

Данный подход к моделированию и предлагаемые инструменты для построения имитационных моделей позволяют использовать его для решения задач анализа, контроля и управления программами развития отраслей и секторов экономики РФ, в том числе и на федеральном уровне.

Уровень описываемого объекта: программы, комплексные программы и проекты развития отраслей и секторов экономики РФ в рамках системы стратегического планирования.

Содержательное описание, условия применимости, преимущества

В качестве инструмента для построения имитационных моделей для анализа и прогнозирования достижимости индикаторов стратегического планирования был использован программный комплекс ПК «ТЭО-ИНВЕСТ» [¹⁵⁰, ¹⁵¹, ¹⁵², ¹⁵³], разработанный в Институте проблем управления РАН.

Он предназначен для имитационного моделирования и финансового планирования проектов и программ, направленных на развитие промышленных предприятий и групп предприятий (отраслей). Данный инструмент позволяет построить имитационную модель проекта или программы и проводить многовариантный анализ и прогнозирование различных стратегических планов и финансовых решений.

Модель состоит из ряда блоков, каждый из которых может быть настроен на отраслевые особенности решаемой задачи и позволяет учитывать при моделировании параметры внешнего экономического окружения, инфляцию, динамику валютных курсов, налоговые ставки, разнообразные формы государственной поддержки и др.

Имитационная модель позволяет моделировать технологию производства, включая взаимосвязи между предприятиями, работающими в кооперации, что характерно для крупных проектов и программ в промышленности, а также анализировать схемы финансирования программы с использованием различных источников (банковские кредиты, средства бюджета и другие формы господдержки, лизинговые схемы и др.).

Интерфейс имитационной модели программы, построенной на платформе ПК «ТЭО-ИНВЕСТ», позволяет использовать ее в качестве удобного инструмента для аналитика и ЛПР при решении задач прогнозирования и контроля выполнения проектов и программ.

Постановка задачи

Имитационная модель включает в себя ряд блоков, каждый из которых должен быть настроен на особенности решаемой задачи.

Модель проекта или программы включает большое количество (более 50) взаимосвязанных алгоритмов расчета множества показателей и параметров с учетом их взаимосвязи друг с другом.

Алгоритм

Алгоритм работы с имитационной моделью сводится к проведению многовариантных сценарных расчетов и анализу полученных результатов моделирования и представляет собой следующую последовательность действий.

Шаг 1. Сбор и анализ данных по индикаторам достижения целей государственной политики.

Ниже рассмотрен Пример 16 в сфере реализации Комплексной программы развития авиатранспортной отрасли Российской Федерации до 2030 года от 25 июня 2022 г. № 1693-р [20].

Шаг 2. Сбор, идентификация и согласование доступной исходной информации для построения имитационной модели стратегического мониторинга и оценки достижимости заданных целей развития.

Шаг 3. Настройка имитационной модели.

Шаг 4. Проведение многовариантных расчетов, анализ и прогноз достижимости индикаторов при различных изменениях сценарных условий.

Необходимая информация, входные и выходные данные

В системе моделирования имеется иерархическое пользовательское меню для удобной работы с входными, промежуточными и выходными таблицами (рис. 3.3.2). Для настройки модели и загрузки необходимой исходной информации в системе предусмотрен ряд входных форм и настроек (пункты меню «Настройки» и «Ввод информации»).

²⁰ Постановление Правительства РФ от 15.04.2023 N 603 «Об утверждении приоритетных направлений проектов технологического суверенитета и проектов структурной адаптации экономики Российской Федерации». <https://base.garant.ru/406741957/>. Дата обращения 20.06.2024.

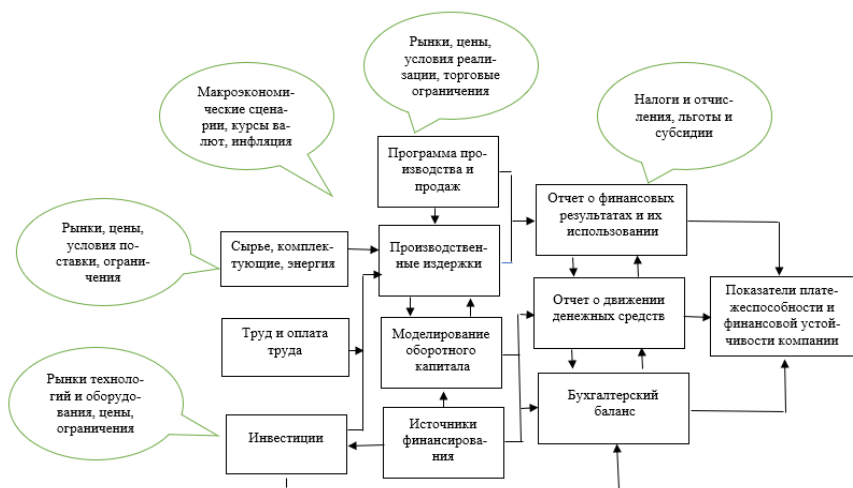


Рис. 3.3.3. Состав основных блоков имитационной модели

Блок «Программа производства и продаж». В рамках программы развития может быть предусмотрено производство нескольких видов продукции, которые планируется реализовывать на нескольких рынках (внутреннем и внешних).

В ответ на изменения внешних условий осуществления программы предприятие может изменять номенклатуру выпуска продукции, объемы поставок на рынки. При неблагоприятных условиях осуществления программы может быть уменьшен объем производства. При этом могут измениться цены реализации (продажа с дисконтом) из-за нарушения рыночного равновесия, затраты на логистику и доставку продукции потребителям и пр. Это потребует пересчета в модели многих параметров (выручки, затрат на производство и пр.). Результаты расчетов непосредственно влияют на блок «Финансовые результаты и их использование», а также на блок «Моделирование оборотного капитала».

Для оценки финансовой устойчивости и платежеспособности компаний, участвующих в реализации программы развития, в ПК «ТЭО-ИНВЕСТ» используются прямые методы оценки, основанные на прогнозе денежных потоков компании на некотором временном горизонте. Подход не накладывает ограничений на продолжительность временного горизонта прогноза.

Данный подход предусматривает использование динамических моделей для расчетов показателей, которые характеризуют производственно-хозяйственную деятельность компании. Итоговые показатели отражаются в отчете о движении денежных средств, который является ключевым для анализа финансовой устойчивости и платежеспособности компании.

Блок «Сырье, комплектующие и энергия». Это наиболее болезненное место для многих российских компаний в новых условиях. Многие компании используют западные технологии и оборудование, а также некоторые виды сырья и компонентов производства. Запрет на их поставку ставит компании в сложное положение и заставляет искать замену или останавливать производство некоторых видов продукции. Меняются цены, условия и сроки поставки, способы оплаты.

Результаты расчетов в блоке «Сырье, комплектующие и энергия» непосредственно влияют на блок «Производственные издержки», блок «Моделирование оборотного капитала».

Имитационная модель, построенная на платформе ПК «ТЭО-ИНВЕСТ», позволяет прогнозировать производственно-финансовые показатели программ в зависимости от изменения внешних условий и управленческих решений менеджмента. Выходные отчеты включают формы финансовой отчетности, принятые в деловой практике финансового управления. Совокупность значений этих показателей и тенденции их изменения характеризуют эффективность выполнения программы, а также ее основные проблемы.

Пример 16. Анализ целей роста авиастроения

Декомпозицию от роста отрасли до конкретных шагов можно проиллюстрировать на примере авиастроения, как пример применения комплекса моделей на различных этапах индикативного планирования,

Здесь показано построение модели анализа и прогнозирования достижимости индикаторов стратегического планирования производственно-финансовой системы для авиационной отрасли, проведен анализ достижимости целей роста авиастроения в зависимости от выделяемых ресурсов (Пример 17).

Государственные цели развития авиационной отрасли связаны с реализацией СНБ РФ, при этом проследить цели и задачи СНБ РФ в

аспекте развития авиационной отрасли до целевых показателей и индикаторов госпрограмм и национальных проектов (выборочно) возможно по набору документов СП (рис. 3.3.4).

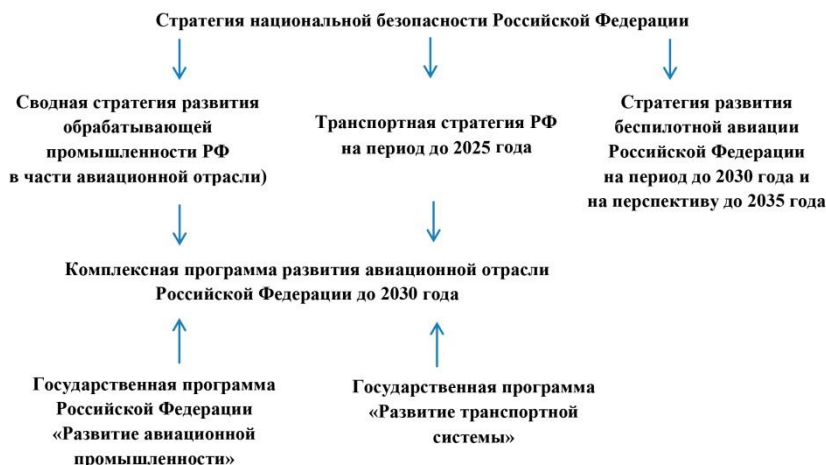


Рис. 3.3.4. Структура прослеживания целей и задач СНБ РФ, связанных с развитием авиационной отрасли, по выборочному набору документов стратегического планирования

Формирование графа взаимосвязей целей и задач, а также дальнейшее уточнение целей и влияния развития на цели развития, связано в первую очередь с применением итеративной процедуры поиска по ключевым словам в документе верхнего уровня.

Далее следует маркировка элемента (вершина «цель» или «задача») в графе верхнего уровня, далее идет поиск по базовому списку ключевых слов в других документах, маркирование элементов структур целей и задач других документов и «запоминание связи» между маркированными элементами.

Процедура повторяется, пока «алгоритм» не дойдет до уровня госпрограмм и национальных проектов, связанных с конкретной сферой. По госпрограммам также совершается обход по группам ключевых слов (терминов, извлеченных из формулировок целей и задач), вместе с тем осуществляется поиск упоминаний целей и задач стратегии. Тем самым после обхода документов сверху вниз и обратно, снизу вверх, формируется сетевой граф прослеживания целей

СНБ и, наоборот, влияния целей развития в конкретной сфере на цели верхнего уровня.

Проведение описанной процедуры при формировании системы целей и задач развития авиационной отрасли позволило перечислить следующие задачи СНБ, связанные с авиационной промышленностью:

- СНП1 Сбережение народа России и развитие человеческого капитала;

- П1-35 Повышение качества и доступности медицинской помощи (П1-35.1) в части оказания задач по созданию и развитию медицинской инфраструктуры, в том числе в малонаселенных пунктах, приобретение мобильных медицинских комплексов, организация санитарно-авиационной эвакуации в труднодоступных населенных пунктах, для совершенствования оказания медицинской помощи по Указу «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года»;

- П1-317.2 Развитие транспортной и энергетической инфраструктуры;

- СНП5 Экономическая безопасность;

- П5-320 Обеспечение развития эффективной транспортной инфраструктуры и транспортной связанности страны;

- П5-38.1 Укрепление достигнутых РФ лидирующих позиций и конкурентных преимуществ в авиационной, судостроительной, ракетно-космической промышленности, двигателестроении, атомном энергопромышленном комплексе;

- СНП6 Научно-техническое развитие;

- П6-313 Достижение Россией лидирующих позиций в области физико-математических, химических, биологических, медицинских, фармацевтических и технических наук;

- П6-314 Развитие перспективных высоких технологий (нанотехнологии, робототехника, медицинские, биологические, генной инженерии, информационно-коммуникационные, квантовые, искусственного интеллекта, обработки больших данных, энергетические, лазерные, аддитивные, создания новых материалов, когнитивные, природоподобные технологии), суперкомпьютерных систем.

На рис. 3.3.5 объединены подграфы выделенных задач развития авиационной отрасли. Черные стрелки указывают на связи целей и задач между СНП1, СНП5 и СНП6 авиационной отрасли.

СНП1 Сбережение народа России и развитие человеческого потенциала

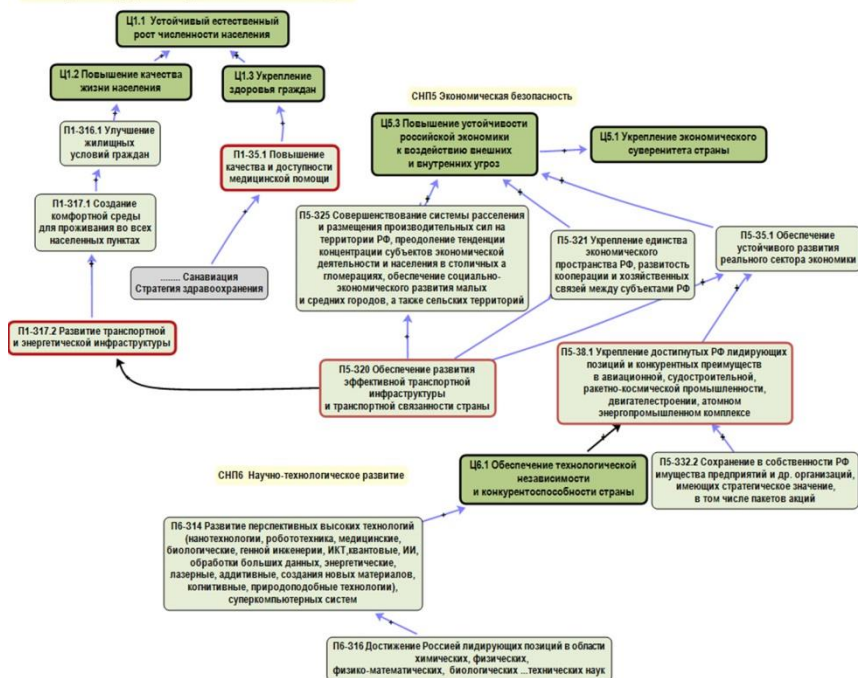


Рис. 3.3.5. Граф связей целей и задач развития авиационной отрасли СНБ РФ



Конкретизация целей и задач развития реализуется в сводной стратегии развития обрабатывающей промышленности РФ до 2030 года и на период до 2035 года (СвС) в части развития авиационной промышленности и в транспортной стратегии РФ до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года (ТрС).

Ключевыми целями развития авиационной промышленности являются достижение конкурентоспособности продукции авиационной промышленности в отдельных (целевых) сегментах рынка и создание авиационной техники для обеспечения социально-экономического развития, обороноспособности, безопасности и связанности территории страны.

Основной акцент сделан на импортозамещение. В транспортной стратегии для реализации стратегических национальных приоритетов обозначена цель реализации мероприятий стратегии – удовлетворение спроса экономики и общества на конкурентоспособные и качественные транспортные услуги, в том числе воздушного транспорта.

Мероприятия в сфере воздушных перевозок прежде всего касаются следующих целей транспортной стратегии: повышения мобильности населения и развитие внутреннего, а также въездного туризма, в меньшей степени – повышения пространственной связности и транспортной доступности территорий. В частности, планируется развитие сети аэродромов (аэропортов) гражданской авиации (табл. 3.3.1).

Таблица 3.3.1.

Мероприятия в сфере воздушных перевозок к 2035 г.

Плановые показатели развития авиационной промышленности	Долгосрочные цели развития транспортной системы	Прогнозные результаты в области воздушной транспортной инфраструктуры
Увеличение объема производства промышленных предприятий отрасли авиастроения	Повышение пространственной связности и транспортной доступности территорий	Модернизация 100 процентов всех аэропортов страны
Увеличение доли гражданской продукции в общем объеме выпуска продукции отрасли авиастроения	Повышение мобильности населения и развитие внутреннего туризма	Рост транспортной подвижности населения РФ (в том числе с туристскими целями) в 2 раза в междугородном сообщении и на Дальнем Востоке в 7 раз
Увеличение доли самолетов и вертолетов российского производства в парке российских авиаперевозчиков	Увеличение объема и скорости транзита грузов и развитие мультимодальных логистических технологий	Возможность перемещения в пределах 12 часов между всеми городами РФ с населением более 100 тыс. человек
Увеличение производительности труда в промышленных предприятиях отрасли авиастроения	Цифровая и низкоуглеродная трансформация отрасли и ускоренное внедрение новых технологий	80 процентов – доля пассажиров пригородных, междугородних и международных автомобильных, железнодорожных и воздушных

Плановые показатели развития авиационной промышленности	Долгосрочные цели развития транспортной системы	Прогнозные результаты в области воздушной транспортной инфраструктуры
		перевозок, идентифицируемых посредством применения биометрических технологий

На рис. 3.3.6. приведено прослеживание выделенных задач развития авиационной отрасли из СНБ РФ до целевых показателей и индикаторов в ТрС и СвС.



Дальнейшая детализация мероприятий сформирована в комплексной программе развития авиационной отрасли РФ до 2030 года, рис. 3.3.7.

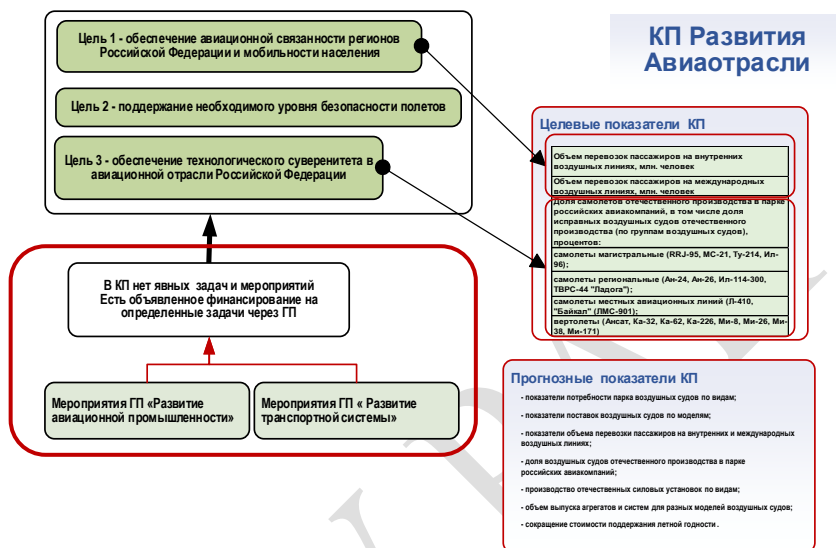


Рис. 3.3.7. Прослеживание до целевых показателей и индикаторов в Комплексной программе развития авиационной отрасли



И, соответственно, конкретные мероприятия, прогнозные сценарии и финансовое обеспечение регулируется государственной программой «Развитие авиационной промышленности», некоторые мероприятия представлены в рамках государственной программы «Развитие транспортной системы». Целевые значения «Комплексной программы развития авиатранспортной отрасли Российской Федерации до 2030 года» (далее КППАО) по объемам перевозок приведены в табл. 3.3.2.

Необходимо отметить, что наименование показателей полностью совпадает с целевыми индикаторами, указанными в «Сводной стратегии развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2030 года и на период до 2035 года» (СвС), но значения несколько отличаются (синим обозначено уменьшение, красным увеличение целевых значений по сравнению со сводной стратегией).

Таблица 3.3.2.

Целевые значения Комплексной программы развития авиационной отрасли РФ до 2030 года по объемам перевозок

Показатель	2019	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Целевые индикаторы комплексной программы развития авиационной отрасли										
Целевой (базовый) сценарий										
Объем перевозок пассажиров на внутренних воздушных линиях (млн. человек)		77,7	82,4	83,6	84,5	85,5	87	89	92,5	97
Объем перевозок пассажиров на международных воздушных линиях (млн. человек)		17,5	20,6	20,9	21,1	21,4	21,7	22,3	23,1	24,3
Доля самолетов отечественного производства в парке российских авиакомпаний, в том числе доля исправных воздушных судов отечественного производства (по группам воздушных судов) (процентов):		34,3	34,7	37,7	42,8	49,3	57,8	66	73,2	81,8
Показатель	2019	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
самолеты магистральные (RRJ-95, MC-21, Ту-214, Ил-96, SSJ-NEW);		75	51	40	40	44	47	53	60	63
самолеты региональные (Ан-24, Ан-26, Ил-114-300, ТВРС-44 "Ладога");		43	43	47	49	54	59	65	69	73
самолеты местных авиационных линий (Л-410, "Байкал" (ЛМС-901);		36	36	38	42	51	62	71	79	81
вертолеты (Ансат, Ка-32, Ка-62, Ка-226, Ми-8, Ми-26, Ми-38, Ми-171)		70	71	73	75	77	79	81	84	86
Целевые индикаторы транспортной стратегии, связанные с воздушным транспортом										
Транспортная подвижность населения в дальнем сообщении (интегральный по перевозкам)	2,7			2,9						3,4
Авиационная подвижность населения (поездок на одного человека в год)	1			1,1						1,5
Авиационная подвижность жителей	0,58			0,7						1,2

Окончание таблицы 3.3.2

Показатель	2019	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
удаленных и труднодоступных территорий поездок (на одного человека в год)										
Объем международных пассажирских перевозок (воздушным, железнодорожным и автомобильным транспортом, включая личный автомобиль) (млн. пассажиров в год)	138			148,2				163,4		
Объем пассажирских перевозок по видам транспорта										
Пассажирские авиаперевозки через аэропорты гражданской авиации млн. пассажиров в год	147,5			156					209	
в том числе перевозки пассажиров российскими авиакомпаниями млн. пассажиров в год	128,1			147					184	

Пример 17. Анализ достижимости целей развития авиатранспортной отрасли

В данном разделе представлены результаты использования имитационной модели развития госкорпорации М24 для анализа достижимости индикаторов стратегического планирования на примере КИПРАО.

Введение в 2022 г. против РФ экономических санкций привело к изменению условий хозяйственной деятельности и ведения бизнеса компаний. Компаниям пришлось адаптироваться к новой реальности, принимать нестандартные управленческие решения и меры поддержки бизнеса. При этом во многом изменились и стратегические приоритеты развития экономики РФ [154, 155].

В июне 2022 г. Правительство РФ утвердило документ стратегического планирования КПРАО. В августе 2023 г. вышла новая редакция Программы [²¹, ²²].

Цели КПРАО: обеспечение авиатранспортной связанности регионов РФ и мобильности населения; поддержание необходимого уровня безопасности полетов; обеспечение технологического суверенитета в авиатранспортной отрасли РФ.

Для реализации этой цели программой предусматривается организация ускоренного производства отечественных самолетов для восполнения выбытия парка иностранных воздушных судов, которые в настоящее время занимают основное место в классе среднемагистральных и дальнемагистральных самолетов в парке российских авиакомпаний.

В ближайшие семь лет авиакомпаниям России должно быть поставлено более 1000 отечественных самолетов. Программой предусмотрен значительный рост производства среднемагистрального самолета МС-21-310, за шесть лет производство должно увеличиться в 15 раз, с 6 самолетов в 2024 г. до 72 самолетов в 2030 г. (табл. 3.3.3). На рис. 3.3.8, 3.3.9 показана прогнозируемая динамика сокращения парка средне- и дальнемагистральных самолетов иностранного производства и, соответственно, требуемая динамика наращивания производства российских самолетов для обеспечения достижения целей программы. Такой рост производства потребует разработки и реализации масштабной инвестиционной программы по наращиванию производственных мощностей по всей производственной цепочке, включая проведение НИР и ОКР.

²¹ Комплексная программа развития авиатранспортной отрасли Российской Федерации до 2030 года (в редакции от 22 августа 2023 года). <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202308250028>. Дата обращения 20.06.2024.

²² Распоряжение Правительства РФ от 13 января 2024 г. N 7-р. О утверждении паспорта инвестиционного проекта «Комплексная программа по расширению производства воздушных судов, авиационных двигателей, приборов и агрегатов, в том числе в целях создания системы послепродажного обслуживания гражданских воздушных судов, реализуемая ГК «Ростех». <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408264869/>. Дата обращения 20.06.2024.

В целях уточнения и детализации КПРАО Правительство разработало и утвердило в январе 2024 г. паспорт инвестиционного проекта «Комплексная программа по расширению производства воздушных судов, авиационных двигателей, приборов и агрегатов, в том числе в целях создания системы послепродажного обслуживания гражданских воздушных судов, реализуемая ГК «Ростех»». Головной компанией по реализации этого проекта является «Объединенная авиастроительная корпорация» (ПАО «ОАК»).

Таблица 3.3.3
Прогнозные показатели поставок авиационной техники

Тип самолета	Годы								Всего
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
Региональные									
Ил-114-300	-	2	8	12	12	12	12	12	70
Ближнемагистральные									
SJ-100	2	20	20	20	20	20	20	20	142
Среднемагистральные									
МС-21-310	-	6	12	22	36	50	72	72	270
Ту-214	3	7	10	10	10	10	10	10	70
Дальнемагистральные									
Ил-96-300	-	-	2	2	2	2	2	2	12

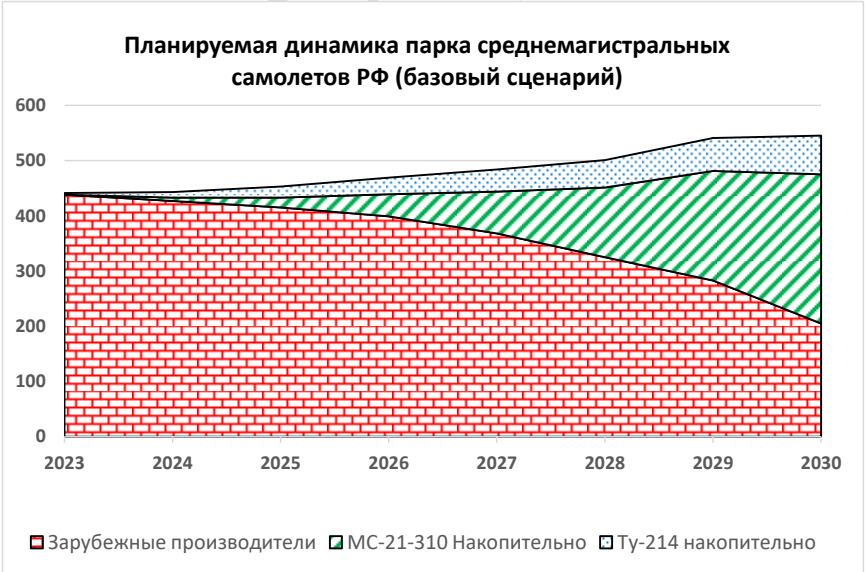


Рис. 3.3.8. Планируемая динамика парка среднемагистральных самолетов РФ

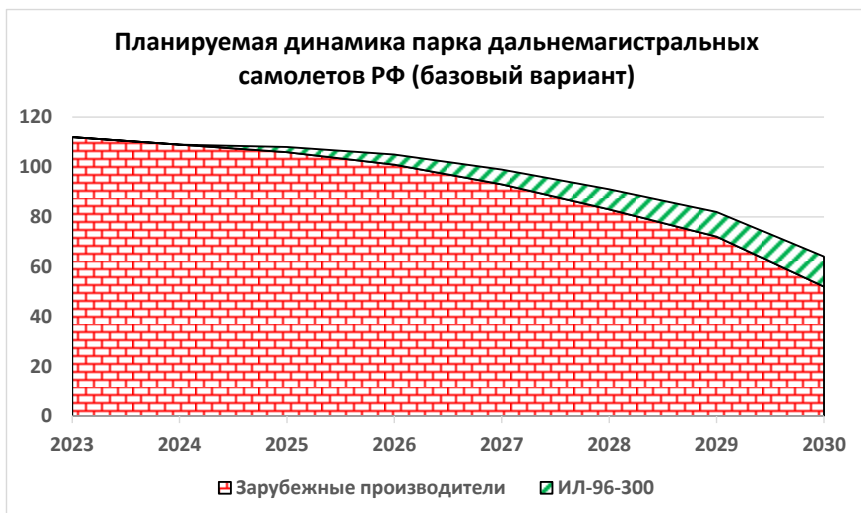


Рис. 3.3.9. Планируемая динамика парка дальнемагистральных самолетов РФ

Риски реализации в первую очередь связаны с проблемами эксплуатации имеющегося парка воздушных судов в переходный период и темпов поставки новых судов отечественного производства (баланс производства и выбытия воздушных судов).

Среди системных рисков, влияющих на ключевые показатели КППАО, следует отметить:

1. Выбытие имеющегося парка воздушных судов из-за сложностей с техническим обслуживанием и организацией поставок запасных частей.
2. Неисполнение графика поставок отечественной авиационной техники.
3. Сокращение государственного финансирования программы.
4. Дефицит кадров для производства, эксплуатации и обслуживания новых или вновь производимых типов воздушных судов.
5. Внешние риски (ухудшение экономической конъюнктуры, геополитической обстановки и другие внешние факторы).

Каждый вид риска из списка может быть детализирован до набора сценариев реализации тех или иных событий и или их сочетаний, влияние которых на достижение целей программы необходимо оценить в результате моделирования.

План проведения многовариантных расчетов

Расчет 1. Базовый вариант. Предполагается, что ранее описанные риски программы не реализуются и все сбалансировано. Из расчетов на модели определяется объем необходимого финансирования.

Расчет 2. Сценарий 1. Сокращение бюджетного финансирования на X %. Внешние риски: цена нефти, увеличение расходов по другим статьям, ограничение на заимствования бюджета и пр.

Расчет 3. Сценарий 2. В сценарии учитываются два фактора риска: увеличение скорости сокращения парка самолетов иностранного производства на 10 % по сравнению с базовым вариантом и срыв поставок смежников, который приводит к отставанию выполнения программы производства MC-21 от базового варианта на шесть месяцев.

Проведение расчета 1. Базовый вариант

Исходные данные для моделирования. Производственная программа (гражданское авиастроение) – базовый вариант

Программой предусмотрен значительный рост производства среднемагистрального самолета MC-21-310, за шесть лет производство должно увеличиться в 15 раз.

Такой рост производства потребует разработки и реализации масштабной инвестиционной программы по наращиванию производственных мощностей по всей производственной цепочке и проведения НИИ и ОКР не только в ОАК, но и у смежников. Пока не ясны объемы финансирования и состав этой инвестиционной программы. Параметры инвестиционной программы определены экспертным путем с использованием аналогов из открытых источников.

Полная цена MC-21-310 принимается на уровне 4,5 млрд руб. Цена для «Аэрофлота» – 3,2 млрд руб., SJ 100 – на уровне 2,7 млрд руб., прочие самолеты – средняя цена на уровне 2,4 млрд руб.

Расчетные объем и структура выручки по программе показана на рис. 3.3.10.



Рис. 3.3.10. Расчетные объем и структура выручки по программе

Рентабельность производства самолетов составляет в среднем 5 % (оценка). Собственные затраты производителя, например, на единицу МС-21 составят 4,275 млрд руб.

Структура себестоимости (модельного примера) включает:

- оплату труда с начислениями – 30 %,
- материалы и комплектующие – 50 %,
- энергия – 20 %.

В 2029 г. производственные затраты на 72 единицы МС-21 составят 287,76 млрд руб. На всю программу выкупа МС-21 (270 единиц) нужно 1130,7 млрд руб.

Вся госпрограмма «Развития авиационной промышленности» предусматривает на пять лет (2026–2030 гг.) субсидии из бюджета в размере 226,6 млрд руб., т. е. 45,3 млрд руб. в год. В том числе на МС-21 всего 27,4 млрд руб., в год менее 6 млрд руб. (т.е. всего на один самолет).

Расчет себестоимости на примере МС-21, приведен на рис. 3.3.11. Из расчетов видно, что себестоимость продукции уменьшается по мере увеличения объемов производства самолетов.

Себестоимость производства - MC 21

МС 21								
Настройка								
	Затраты, млрд руб							
Статья	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
Сырье и материалы	12,60	25,20	46,20	75,60	105,00	151,20	151,20	
Топливо и энергия (на технол. цели)	5,04	10,08	18,48	30,24	42,00	60,48	60,48	
ФОТ с отчислениями (работников, занятых в производстве)	12,12	15,14	22,72	37,86	53,00	60,58	60,58	
Производственные накладные расходы	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Внутрифирменный продукт	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Итого прямых затрат	29,76	50,42	87,40	143,70	200,00	272,26	272,26	
Сбытовые (коммерческие) расходы	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Административно-управленческие расходы	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Арендные платежи	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Лизинговые платежи	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Амортизация	0,00	4,13	9,08	15,00	18,25	19,42	19,50	
Итого затрат	29,76	54,55	96,48	158,70	218,25	291,67	291,76	
Себестоимость единицы продукции	4,96	4,55	4,39	4,41	4,37	4,05	4,05	

Рис. 3.3.11. Расчет себестоимости на примере MC-21



Инвестиции в увеличение производственных мощностей включают:

- производственные здания – 40 %,
- машины и оборудование – 60%.

Динамика инвестиций (оценка) приведена на рис. 3.3.12.

Инвестиционные издержки, всего

Настройка								
млрд руб	Итого	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Инвестиции в основной капитал, в том числе:	484,00	80,00	140,00	140,00	90,00	30,00	4,00	0,00
<i>машины и оборудование</i>	384,00	50,00	110,00	120,00	70,00	30,00	4,00	0,00
% за период строительства	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>здания и сооружения</i>	100,00	30,00	30,00	20,00	20,00	0,00	0,00	0,00
% за период строительства	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Подготовительные расходы, в том числе:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>прединвестиционные исследования</i>	0,00							
<i>руководство проектом</i>	0,00							
<i>расходы на подготовку производства</i>	0,00							
Инвестиции в оборотный капитал	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Итого	484,00	80,00	140,00	140,00	90,00	30,00	4,00	0,00

Рис. 3.3.12. Динамика инвестиций



Далее приводятся таблицы с результатами, полученными с помощью разработанной имитационной модели (рис. 3.3.13, 3.3.14, 3.3.15).

Отчет о финансовых результатах и их использовании

Статья, млрд руб	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Выручка (нетто) от реализации продукции	102,60	156,00	210,60	273,60	336,60	435,60	435,60
Себестоимость реализованной продукции	105,62	157,56	211,17	279,31	342,11	416,70	416,86
в том числе:							
<i>Прямые производственные расходы</i>	105,62	149,31	193,00	249,31	305,61	377,86	377,86
<i>Арендные и лизинговые платежи</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Амортизация</i>	0,00	8,25	18,17	30,00	36,50	38,83	39,00
Валовая прибыль	-3,02	-1,56	-0,57	-5,71	-5,51	18,90	18,74
Коммерческие расходы	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Управленческие расходы	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Прибыль (убыток) от продаж	-3,02	-1,56	-0,57	-5,71	-5,51	18,90	18,74
Прочие доходы и расходы							
Проценты к уплате	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Прочие операционные доходы	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Прочие операционные расходы	0,00	2,34	4,25	6,65	7,24	6,84	5,99
Льготы по налогу на прибыль							
Прибыль (убыток) до налогообложения	-3,02	-3,90	-4,82	-12,36	-12,75	12,06	12,75
Перенос убытков прошлых периодов	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,62	3,83
Текущий налог на прибыль	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,03	2,14
Чистая прибыль (убыток) отчетного периода	-3,02	-3,90	-4,82	-12,36	-12,75	10,03	10,61

Рис. 3.3.13. Прогнозный отчет о финансовых результатах



В результате моделирования определяются: необходимые объемы финансирования программы по годам по базовому варианту; структура по источникам финансирования.

В алгоритмах расчетов финансовых показателей учитываются: амортизация основных средств по видам оборудования, зданиям и сооружениям; налоги и платежи в бюджет; возможные льготы по налогам; субсидии из бюджета.



Рис. 3.3.14. Накопленный денежный поток, млрд руб.

Отчет о движении денежных средств

Статья, млрд руб	Итого	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Деятельность по производству и сбыту продукции (услуг)								
Поступления, всего	1950,60	102,60	156,00	210,60	273,60	336,60	435,60	435,60
в том числе:								
Выручка от реализации	1950,60	102,60	156,00	210,60	273,60	336,60	435,60	435,60
Расходование, всего	1796,05	105,62	151,65	197,25	255,96	312,85	386,73	385,99
в том числе:								
Производственные издержки	1758,58	105,62	149,31	193,00	249,31	305,61	377,86	377,86
Налоги в бюджет:	37,47	0,00	2,34	4,25	6,65	7,24	8,87	8,13
НДС	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Налог на прибыль	4,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,03	2,14
Прочие налоги	33,30	0,00	2,34	4,25	6,65	7,24	6,84	5,99
Сальдо потока	154,55	-3,02	4,35	13,35	17,64	23,75	48,87	49,61
Инвестиционная деятельность								
Поступления, всего	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
в том числе:								
Продажа основных средств	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Продажа ценных бумаг	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Расходование, всего	484,00	80,00	140,00	140,00	90,00	30,00	4,00	0,00
в том числе:								
Инвестиции в основные средства и нематериальные активы	484,00	80,00	140,00	140,00	90,00	30,00	4,00	0,00
Приобретение ценных бумаг	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Сальдо потока	-484,00	-80,00	-140,00	-140,00	-90,00	-30,00	-4,00	0,00
Финансовая деятельность								
Поступления, всего	424,00	83,00	136,00	127,00	72,00	6,00	0,00	0,00
в том числе:								
Кредиты и займы	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Вложения собственных средств	424,00	83,00	136,00	127,00	72,00	6,00	0,00	0,00
Продажа собственных акций	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Расходование, всего	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
в том числе:								
Погашение основного долга	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Выплата % по кредитам и займам	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Дивиденды и прочие выплаты	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Сальдо потока	424,00	83,00	136,00	127,00	72,00	6,00	0,00	0,00
Поток денежных средств	94,55	-0,02	0,35	0,35	-0,36	-0,25	44,87	49,61
Резервы денежных средств								
Накопленный поток	94,55	-0,02	0,33	0,68	0,32	0,07	44,94	94,55

Рис. 3.3.15. Таблица «Отчет о движении денежных средств»



Источники финансирования программы:

- Бюджет РФ: данные приведены в программе.
- ФНБ: расчетные данные модели. Это основной источник финансирования программы.
- Прибыль компаний: расчетные данные модели.

Необходимые объемы финансирования программы для обеспечения устойчивой работы отрасли приведены в табл. 3.3.4 (расчетные данные, полученные в результате моделирования).

Таблица 3.3.4

Финансирование программы (бюджет, ФНБ) база, млрд руб.

Статьи	Год							Итого
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
Инвестиции в развитие производства	80,0	140,0	140,0	90,0	30,0	4,0	0,0	484,0
Приобретение самолетов	102,6	156,0	210,6	273,6	336,6	435,6	435,6	1950,6
Итого финансирование Программы	182,6	296,0	350,6	363,6	366,6	439,6	435,6	2434,6

Вывод: вся программа до 2030 г. потребует финансирования в размере 2434,6 млрд руб.

Расчет 2. Сценарий 1. Сокращение бюджетного финансирования на X %. Внешние риски (цена нефти, увеличение расходов по другим статьям, ограничение на заимствования бюджета и пр.).

В табл. 3.3.5 и на рис. 3.3.16 приведены результаты моделирования выполнения программы при различных условиях сокращения финансирования программы (от 5 до 25 % с шагом 5 %). Здесь предполагается, что финансирование инвестиционной программы останется на прежнем уровне, а уменьшатся соответственно средства за закупку самолетов. Анализировалось влияние этого фактора на возможность достижения индикаторов программы по производству самолетов МС-21. Анализ показывает, что при недофинансировании программы на 25 % суммарное количество произведенных и закупленных самолетов составит 182 шт. против 270 шт. по плану.

Таблица 3.3.5

Параметрические оценки изменения объема производства

Сокращение финансирования программы финансирования программы	Производство МС-21, штук, по годам						Итого
	2024	2025	2026	2027	2028	2030	
5%	5	10	20	33	46	67	248
10%	4	8	17	30	42	62	225
15%	3	6	15	27	38	57	203
20%	2	5	12	24	35	52	182
25%	1	3	10	21	32	48	163

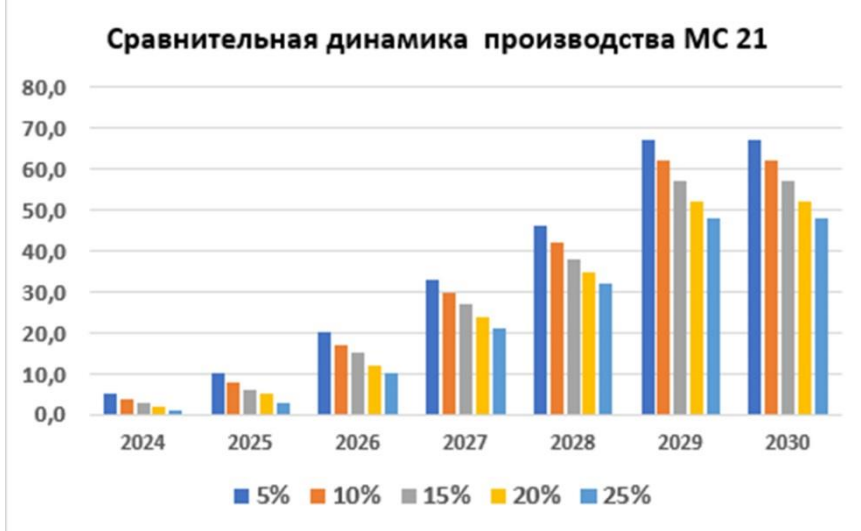


Рис. 3.3.16. Сравнительная динамика производства МС-21 для различных вариантов сокращения финансирования программы

На рис. 3.3.17 и 3.3.18 приведены сравнительная динамика производства МС-21 для различных вариантов сокращения финансирования и выручка от реализации произведенных самолетов, которая покрывается из средств финансирования программы.



Рис. 3.3.17. Выручка от реализации произведенных самолетов

ТЭО-ИНВЕСТ Комплексная программа "Развитие гражданского авиастроения"

Отчет о финансовых результатах и их использовании

Статья, млрд руб	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Выручка (нетто) от реализации продукции	80,10	115,50	156,60	206,10	255,60	327,60	327,60
Себестоимость реализованной продукции	90,92	131,10	175,89	235,21	289,19	346,14	346,30
в том числе:							
Прямые производственные расходы	90,92	122,85	157,72	205,21	252,69	307,30	307,30
Арендные и лизинговые платежи	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Амортизация	0,00	8,25	18,17	30,00	36,50	38,83	39,00
Валовая прибыль	-10,82	-15,60	-19,29	-29,11	-33,59	-18,54	-18,70
Коммерческие расходы	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Управленческие расходы	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Прибыль (убыток) от продаж	-10,82	-15,60	-19,29	-29,11	-33,59	-18,54	-18,70
Прочие доходы и расходы							
Проценты к уплате	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Прочие операционные доходы	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Прочие операционные расходы	0,00	2,34	4,25	6,65	7,24	6,84	5,99
Льготы по налогу на прибыль							
Прибыль (убыток) до налогообложения	-10,82	-17,94	-23,54	-35,76	-40,83	-25,38	-24,69
Перенос убытков прошлых периодов	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Текущий налог на прибыль	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Чистая прибыль (убыток) отчетного периода	-10,82	-17,94	-23,54	-35,76	-40,83	-25,38	-24,69

Рис. 3.3.18. Таблица «Отчет о финансовых результатах»



На рис. 3.3.19 показан график накопленного денежного потока по программе, который свидетельствует о потере ее финансовой устойчивости, что объясняется снижением рентабельности производства единицы продукции при снижении производства. Это приводит к убыткам компаний, участвующих в выполнении программы, которые рассчитаны в таблице «Отчет о финансовых результатах», рис. 3.3.18.

Для восстановления финансовой устойчивости программы при снижении рентабельности производства необходима поддержка безубыточности производства за счет государственных субсидий. Моделирование показывает, что необходимы субсидии в размере, представленном в табл. 3.3.6.



Рис. 3.3.19. График накопленного денежного потока

Таблица 3.3.6
Финансирование программы (бюджет, ФНБ), Сценарий 1, млрд руб.

Статьи	Год							Итого
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
Инвестиции в развитие производства	80,0	140,0	140,0	90,0	30,0	4,0	0,0	484,0

Статьи	Год							Итого
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
Приобретение самолетов	82,1	124,8	168,5	218,9	269,3	348,5	348,5	1560,5
Компенсация снижения рентабельности производства	8,0	14,0	18,0	24,0	28,0	0,0	0,0	92,0
Итого финансирование Программы	170,1	278,8	326,5	332,9	327,3	352,5	348,5	2136,5

Вывод: вся программа до 2030 г. потребует финансирования в объеме 2136,5 млрд руб. При этом финансовая устойчивость программы восстанавливается (рис.3.3.20).



Рис. 3.3.20. Накопленный денежный поток программы

Расчет 3. Сценарий 2. В сценарии учитываются два фактора риска:

- скорость сокращения парка самолетов иностранного производства увеличивается на 10 % по сравнению с базовым вариантом;

– отставание выполнения программы производства МС-21 от базового варианта на шесть месяцев.

Результаты проведения многовариантных расчетов, направленных на учет влияния приведенных факторов риска на динамику парка среднемагистральных самолетов и достижение целевых индикаторов программы приведены в табл. 3.3.7.

Таблица 3.3.7

Динамика парка среднемагистральных самолетов РФ (Сценарий 2)

Показатель	Год							
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Самолеты зарубежных производителей	438	425	411	393	358	310	263	177
МС-21-310	0	3	9	21	43	79	129	201
Ту-214	3	10	20	30	40	50	60	70
Всего	441	438	440	444	441	439	452	448
Отклонение индикатора от целевого значения	0	-5	-13	-25	-43	-62	-89	-97
Доля российских самолетов, %	0,7	3,0	6,6	11,5	18,8	29,4	41,8	60,5

На рис. 3.3.21 приведен график, который показывает, что при таком сценарии реализация программы производства среднемагистральных самолетов позволяет только компенсировать выбытие самолетов иностранного производства, но не позволяет наращивать парк таких самолетов, что предусмотрено целевыми индикаторами.

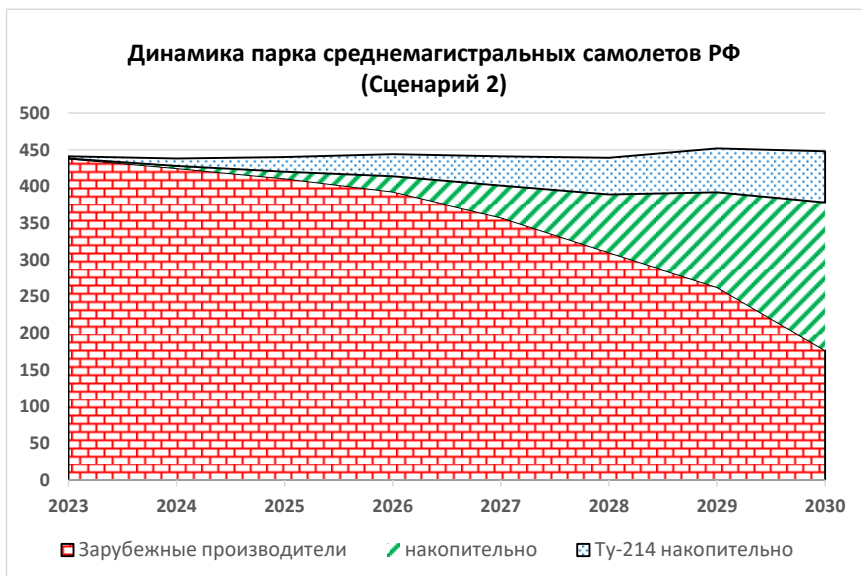


Рис. 3.3.21. Динамика парка среднемагистральных самолетов

На рис. 3.3.22 приведен график, который показывает отклонение производства среднемагистральных самолетов от планов производства по базовому сценарию, предусмотренному программой. Отклонение от целевого показателя выражается в недопоставке 97 самолетов, их доля составляет 17,8%.

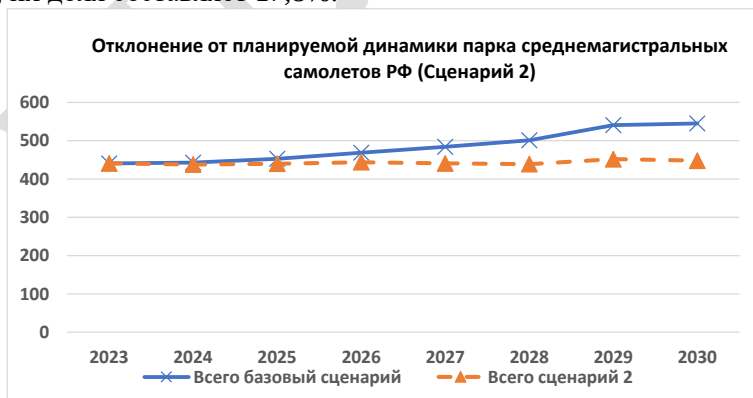


Рис. 3.3.22. Сценарий 2. Отклонение производства среднемагистральных самолетов от планов производства по базовому сценарию

На основании проведенных в Примере 17 расчетов можно сделать следующие выводы.

В Расчете 2 учитывается риск выполнения программы, связанный с сокращением бюджетного финансирования на X %. Анализ показывает, что при недофинансировании программы на 25 % суммарное количество произведенных и закупленных самолетов составит 182 шт. против 270 шт. согласно плановым показателям.

В Расчете 3 учитывается одновременно реализация двух факторов риска: увеличение скорости сокращения парка самолетов иностранного производства на 10 % по сравнению с базовым вариантом, а также возможное отставание выполнения программы производства МС-21-300 от базового варианта на шесть месяцев.

Расчеты показывают, что при таком сценарии реализация программы производства среднемагистральных самолетов позволяет только компенсировать выбытие самолетов иностранного производства, но не позволяет наращивать парк таких самолетов, что предусмотрено целевыми индикаторами программы КПРО.

С использованием построенной производственно-финансовой модели в ПК «ТЭО-ИНВЕСТ» удалось сбалансировать производственную программу выпуска самолетов МС-21-300, предусмотренную КПРО, с объемом ресурсов, необходимых для реализации комплекса инвестиционных проектов по расширению и модернизации производства авиационной техники, а также программ выкупа произведенных самолетов и доведения их до компаний-авиаперевозчиков.

На основании используемой в модели исходной информации оценен общий объем необходимого финансирования программы до 2030 г. В расчетах предполагается, что риски невыполнения программы, перечисленные ранее, не будут реализованы.

Резюмируя, отметим, что особое внимание в данном разделе посвящено задаче анализа и прогнозирования достижимости целевых индикаторов проектов и программ развития отраслей и секторов экономики в рамках системы стратегического планирования РФ. Рассмотрен подход, основанный на построении имитационных производственно-финансовых моделей, которые позволяют моделировать материальные и финансовые потоки по периодам выполнения программы и численно оценивать влияние выявленных рисков и изменений сценарных условий.

Программный комплекс ТЭО-ИНВЕСТ служит эффективным инструментом построения имитационных производственно-финансовых моделей для прогнозирования и управления стратегическим развитием компаний, а также для решения задач анализа достижимости и чувствительности ЦИ государственных программ стратегического планирования к различным сочетаниям неблагоприятных факторов.

В рамках настоящего раздела были проведены многовариантные расчеты по анализу достижимости целевых индикаторов КППАО, которые проиллюстрированы на численных примерах. На основе проведенных расчетов и сценарного анализа степени достижимости планируемых показателей можно сделать вывод о ее высокой чувствительности к изменению сценарных условий и реализации рисков. Для оценки влияния рисков и степени реализуемости планов необходимо использовать описанные в данном разделе математические модели и программные средства, которые обеспечивали бы согласованность производственных планов с ресурсной поддержкой их выполнения, и оценить общую эффективность и реализуемость программы.

3.4. Модели механизмов влияния технологического развития (на примере авиастроения) (М29)

Специализированные модели стратегического управления и ИП требуют в том числе наличия и использования детализированных моделей, учитывающих специфику конкретных отраслей. Понятно, что подобных моделей для десятков отраслей существует множество, и даже их полное перечисление является нереализуемой задачей. Поэтому для иллюстрации в данном разделе описано несколько моделей влияния технологического развития на примере конкретной отрасли – авиастроения:

- Определение целей НТР авиастроительной отрасли,
- Модели стоимости разработки и производства авиационной техники,
- Модель количества занятых в авиационной промышленности и производительности труда,
- Модель стоимости и качества пассажирских авиаперевозок на межрегиональных воздушных линиях,

- Модель стоимости и качества пассажирских авиаперевозок на местных воздушных линиях,
- Структурная оптимизационная модель спроса на магистральные авиаперевозки,
- Модель спроса на авиационную технику и ее послепродажное обслуживание.

Название модели

Модели механизмов влияния научно-технологического развития на социально-экономическое развитие (М29)

Функция

Прогнозирование значений показателей стратегии экономического развития (определяемых доступностью и качеством конечных благ, уровнем техногенной и экологической опасности), достижимых при заданных показателях НТР (т. е. при параметрах технологий и высокотехнологичной продукции, созданной на их основе) и располагаемых ресурсов (используемых при производстве конечных благ и поставляемых другими отраслями, а также финансовых ресурсов, выделяемых государством на субсидирование предоставления конечных благ).

Рекомендуется для использования на этапах ИП:

7. Модели увеличения прогнозных показателей.
8. Оценка потенциала достижения.
13. Программа реализации.
14. Анализ участия.

Область применения в системе ИП и (или) сценарного прогнозирования

Данная система моделей предназначена для прогнозирования значений показателей ГПСЭР, содержащихся в общенациональных стратегиях и отраслевых стратегиях и государственных программах (и достижимых при заданных значениях показателей НТР, т. е. агрегированных или детализированных параметров отраслевых технологий).

Непосредственно такие показатели в современной российской системе СП не содержатся. Но они должны быть промежуточными

параметрами в системе ИП. Целевые значения показателей НТР являются исходными данными для оценки длительности и стоимости исследований и разработок, направленных на достижение таких значений показателей развития технологий.

В свою очередь, затраты на исследования и разработки являются плановыми показателями отраслевых стратегий и государственных программ (например, СРАП и ГП РАП, а также ведомственных проектов, ВП в составе ГП НТР), а в агрегированном виде – и общенациональных стратегий и программ (СНТР, ГП НТР, стратегия развития обрабатывающих отраслей промышленности и т. п.).

Потенциальные пользователи: ЛПР – руководство отраслевых ФОИВ, Правительство РФ, руководство госкорпораций и отраслевых интегрированных структур, в отдельных случаях – руководство регионов, федеральных округов или субъектов федерации, а также лица, формирующие решения (ЛФР), – аналитические службы органов власти различных уровней и корпораций, специалисты по прогнозированию и планированию НТР.

Уровень описываемого объекта: страна в целом, отрасль или отраслевой комплекс (например, авиационная промышленность, машиностроение, транспорт, здравоохранение, сельское хозяйство, ТЭК), регион (ФО или субъект федерации).

Методы работы с базовыми индикаторами

Базовые индикаторы документов ССП – прежде всего показатели ГПСЭР – оцениваются при заданных значениях показателей НТР как параметров путем решения оптимизационных задач рационального применения высокотехнологичной продукции с заданными параметрами для производства конечных благ.

Оптимизация направлена на реализацию принципа П9 «Эффективность», поскольку необходимо не просто оценить значения показателей ГПСЭР при заданных параметрах технологий, а оценить максимально достижимые значения показателей ГПСЭР при оптимальном, наилучшем использовании технологических возможностей.

Например, оценивается минимальный уровень совокупных затрат на обеспечение транспортной доступности или медицинского обслуживания территории и т. п., достижимый при заданных техно-

логических параметрах воздушного транспорта и санитарной авиации. При этом могут оптимизироваться количество и размещение аэропортов, лечебно-профилактических учреждений и т. д.

Таким образом, основной методологический подход – оптимизационное математическое моделирование процессов применения технологий и высокотехнологичной продукции для производства благ и удовлетворения потребностей населения, бизнеса и государства.

Анализ современных подходов данной модели применительно к системе индикативного планирования и прогнозных моделей

Непосредственное математическое моделирование процессов применения новых технологий для производства высокотехнологичной продукции, а тем более ее применения для производства конечных благ, в отечественной науке и практике развивается фрагментарно и применяется крайне редко. Это следствие практического отсутствия содержательных показателей НТР в российской ССП, а также деградации отраслевых экономических наук.

В зарубежной практике, напротив, конкретное и содержательное индикативное планирование НТР в терминах показателей технологий (пусть и агрегированных) и достижимых при этом показателей ГПСЭР широко практикуется и на национальном уровне, и на наднациональном (объединений наподобие ЕС или международных организаций, таких как Международная организация гражданской авиации (англ. *International Civil Aviation Organization*, ИКАО), Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) и др.).

Соответственно, в зарубежной науке активно развиваются и содержательные математические модели (технично-экономические, эколого-экономические и т. п.), преимущественно основанные на методах исследования операций. Однако их буквальный перенос и применение в российской практике стратегического планирования невозможны – и по причине неполной открытости соответствующих методов за рубежом, и по причине наличия в России существенной специфики условий применения технологий, от демографических и социальных до климатогеографических.

Наличие собственных компетенций в разработке и применении математических моделей влияния показателей НТР на показатели ГПСЭР с учетом российских условий и интересов – необходимое

условие обеспечения технологического и в целом национального суверенитета России.

Содержательное описание, условия применимости, преимущества

Система моделей содержит ряд универсальных блоков, в составе которых могут быть представлены различные конкретные модели для отраслей и подотраслей экономики. В общем случае эти универсальные блоки таковы.

Блок 1: модели затрат ресурсов (материальных, трудовых, финансовых) на разработку и производство в заданном объеме высокотехнологичной продукции с заданным уровнем технологических параметров.

Блок 2: модели затрат ресурсов при выпуске конечных благ (в заданном объеме с заданными качеством, допустимыми уровнями техногенной и экологической безопасности) с применением высокотехнологичной продукции с заданным уровнем технологических параметров.

Блок 3: модели спроса на конечные блага (с заданным качеством, стоимостью и т. д.), производимые с помощью высокотехнологичной продукции.

Преимущество предлагаемой системы моделей состоит в возможности достоверного приближенного прогнозирования изменений показателей ГПСЭР при внедрении новых технологий (продуктовых и производственных), в т. ч. при качественных изменениях технологий, открывающих новые отрасли, сегменты рынков, новые виды высокотехнологичной продукции, конечных благ на ее основе, изменяющих роль и место различных отраслей в экономике.

Такие качественные изменения, с одной стороны, необходимо достоверно прогнозировать и даже целенаправленно планировать при управлении НТР и формировании технологической политики (ТП) государства. С другой стороны, достоверный прогноз в таких случаях невозможно построить традиционными эконометрическими методами, т. е. фактически экстраполяцией исторических временных рядов с некоторыми поправочными коэффициентами. Более того, нередко эффект влияния НТР на отдельные показатели ГПСЭР оказывается противоположным интуитивно ожидаемому (пример – эффект рикошета или парадокс Джевонса [¹⁵⁶]).

В условиях прогнозируемых и планируемых значительных технологических изменений только «прямое» математическое моделирование механизмов реализации этих технологий при производстве и применении высокотехнологичной продукции позволяет получить содержательные и достоверные прогнозы, которые можно использовать для индикативного планирования.

При этом точность соответствующих моделей может быть низкой, однако это приемлемо. Они должны быть простыми, с минимальной вычислительной трудоемкостью (в идеале – аналитическими), поскольку их предстоит использовать для многократных сценарных расчетов, параметрических расчетов. Часто эти модели приходится использовать для многократной «пристрелки», решая обратным счетом задачи формирования требований к целевым значениям показателей НТР.

Обеспечение согласованности с прогнозными моделями

Чисто прогнозные модели используются в такой модельной системе в качестве «входов» для прогнозирования внешних, неконтролируемых факторов, в т. ч. демографических, социально-экономических, а также технологических – в части пределов развития технологий, не зависящих от ТП.

В то же время при повышении уровня управления факторы, ранее выступавшие в качестве экзогенных, могут стать эндогенными. Например, улучшение транспортного обслуживания территории может способствовать росту численности и плотности ее населения, ее привлекательности для граждан и предприятий. Представленная система моделей допускает расширение за счет новых моделей подобных обратных связей.

Формальная (математическая) постановка задачи:

В оптимизационных моделях блоков 1–3 ставятся следующие задачи:

- в моделях производства высокотехнологичной продукции – минимизации затрат на ее разработку и производство в заданном объеме при заданных показателях технического совершенства (оптимизация возможна при вариативности производственных технологий и организации производства);

– в моделях производства конечных благ – минимизации затрат на производство заданного объема конечных благ с заданным качеством (а также при других возможных ограничениях – на объемы выбросов, уровень техногенной опасности) путем выбора объемов и номенклатуры применяемой высокотехнологичной продукции данной и смежных отраслей;

– в моделях спроса на конечные блага – максимизации целевого функционала потребителя (индивида, предприятия или государства) путем выбора объемов и номенклатуры конечных благ при заданных показателях их качества и ценах.

Конкретная математическая спецификация частных моделей приведена в их описании ниже.

Необходимая информация, входные и выходные данные

Конкретные наборы входных и выходных данных для каждой группы моделей приведены в их описаниях. Тем не менее, можно выделить универсальные наборы входных и выходных данных для каждой из перечисленных групп моделей (разумеется, в конкретных моделях может использоваться не весь перечень входных и выходных данных).

Блок 1. В моделях затрат ресурсов на разработку и производство высокотехнологичной продукции:

– входы – параметры технологического совершенства продукции, параметры производственных технологий (определяемые в т. ч. и параметрами продуктовых технологий, например, средней материалоемкостью производства единицы продукции, фондовооруженностью труда, трудоемкостью производства первого экземпляра продукции, темпом обучения в производстве), выпуск продукции по годам;

– выходы – стоимость разработки и производства продукции по годам, потребное количество производственных рабочих, средняя себестоимость единицы продукции, средняя производительность труда в отрасли – производителе высокотехнологичной продукции.

Блок 2. В моделях затрат ресурсов при выпуске конечных благ с применением высокотехнологичной продукции:

– входы – параметры технологического совершенства продукции данной и смежных отраслей, цены ресурсов, используемых при

производстве конечных благ, требуемые объемы и показатели качества конечных благ, допустимые объемы выбросов и уровень техногенной опасности;

– выходы – минимально необходимые затраты на производство конечных благ, их удельная стоимость.

Блок 3. В моделях спроса на конечные блага:

– входы – параметры качества (а также безопасности, техногенной и экологической) конечных благ, их цена;

– выходы – объемы спроса на конечные блага, а также – посредством пересчета по моделям блоков 1 и 2 – объемы спроса и цены на высокотехнологичную продукцию и ресурсы, объемы вредных выбросов и т. п.

Алгоритм

Модели влияния показателей НТР на показатели ГПСЭР могут использоваться в двух режимах – прямом (прогнозирования) и обратном (планирования).

В прямом режиме показатели НТР, т. е. параметры технологий, используются для расчетов равновесных значений показателей ГПСЭР в системе моделей блоков (1–3), представляющей собой замкнутую систему отраслей и рынков. Разумеется, само вычисление параметров общего равновесия требует выполнения весьма сложных алгоритмов (в простейшем случае это циклический расчет по моделям блоков 1–3, после выполнения блока 3 полученные объемы спроса на высокотехнологичную продукцию подаются на вход блока 1, и цикл повторяется до тех пор, пока результаты расчетов не сойдутся с заданной точностью, но сходимость такого алгоритма не гарантирована). Далее возможно изменение наборов показателей НТР и проведение сценарных расчетов.

В обратном режиме фактически вышеуказанный расчет параметров общего равновесия проводится многократно, и методом «пристрелки» определяется целевая область значений параметров НТР, которые обеспечивают целевые значения параметров ГПСЭР при имеющихся ресурсных возможностях (шаг 1, на котором задается в т. ч. целевой уровень показателей ГПСЭР). Важно, что это именно целевая область, а не единственная точка в пространстве параметров НТР.

В полученной целевой области проверяется достижимость целевых значений параметров технологий по физическим характеристикам, в т. ч. на основе прогнозных моделей потенциально достижимых их значений с учетом законов природы. Таким образом, корректируется целевая область значений параметров НТР (шаг 2). Возможно, что с учетом ограничений она окажется пустой – это означает, что в рамках известных законов природы и ресурсных ограничений желаемый уровень показателей ГПСЭР недостижим, и требуется его корректировка в худшую сторону, с повторением шагов 1–2.

С помощью моделей стоимости и длительности исследований и разработок оценивается длительность и стоимость достижения каждой точки в непустой целевой области параметров НТР, скорректированной на шаге 2. Выбирается оптимальная точка, т. е. набор показателей НТР, обеспечивающий целевой уровень ГПСЭР (шаг 3). Оптимальный выбор делается с учетом ограничений на время и другие ресурсы.

Оценки потребных затрат на достижение целевых значений показателей НТР могут использоваться:

- либо для обоснованного планирования затрат на исследования и разработки (причем с детализацией их задач и ожидаемых результатов, как с точки зрения достигаемых показателей НТР, так и с точки зрения достижимого уровня показателей ГПСЭР) – тогда алгоритм заканчивается на шаге 2;

- либо – в случаях, когда определенные по указанным моделям потребные затраты превосходят ресурсные возможности субъектов управления – для корректировки (в сторону ухудшения, причем, прогнозируемого) целевых значений показателей НТР и, в конечном счете, показателей ГПСЭР (итеративное повторение шагов 1–3).

Методика интерпретации результатов

Прогнозные значения показателей ГПСЭР, достижимые при данных параметрах технологий и ресурсных ограничений, следует рассматривать как наилучшие достижимые показатели ГПСЭР при данных технологиях.

Целевые показатели НТР, т. е. параметры технологий, обеспечивающие целевой уровень показателей ГПСЭР при имеющихся ресурсных ограничениях «реального сектора», следует рассматривать

как область выбора конкретных технологических альтернатив с учетом стоимости, длительности и рисков их разработки.

При отказе от разработки каких-либо технологий по причине ограниченности ресурсов на исследования следует провести прогнозный расчет по предлагаемой системе моделей, чтобы оценить достижимый уровень показателей ГПСЭР, в т. ч. финансовых. Если дисконтированные потери за жизненный цикл технологий окажутся существенно выше экономии средств на исследования и разработки, целесообразно пересмотреть соответствующие лимиты их финансирования.

Для каждой группы моделей ниже приведены примеры расчетов, по меньшей мере на модельных данных. На основе анализа результатов параметрических расчетов получены качественные выводы, которые целесообразно принимать во внимание при индикативном планировании НТР.

Принципы индикативного планирования для всех моделей этого раздела:

- субоптимизация систем при заданных параметрах технологий (т. е. оптимизация характеристик инфраструктуры отрасли и ее продукции для максимального достижения целей, включая выбор оптимальной альтернативы – возможно, не авиационной);
- скоординированное (совместное) планирование и оптимизация систем во взаимодействующих отраслях (например, в гражданской авиации, включая наземную инфраструктуру, и в авиастроении).

3.4.1. Определение целей НТР авиастроительной отрасли

В этом примере будут рассмотрены отрасли и секторы экономики, связи между ними, получаемые и поставляемые продукты (причем, как блага, так и антиблага – выбросы, техногенный риск).

Анализируя взаимосвязи развития авиастроения и других отраслей экономики, следует рассматривать авиацию как комплекс, включающий в себя несколько отраслей, входящих в разные секторы экономики (промышленность и транспорт, а также науку, образование и т. д.):

– собственно авиастроение, т. е. комплекс отраслей промышленности в составе машиностроения, который разрабатывает, производит авиационную технику и обеспечивает ее послепродажную поддержку;

– гражданскую авиацию, т. е. сферу эксплуатации авиационной техники, ее применения по назначению.

Гражданская авиация – это не только воздушный транспорт, но и многочисленные сегменты рынков авиационных работ и услуг, которые раньше объединялись аббревиатурой ПАНХ – применение авиации в народном хозяйстве.

Основные механизмы, «каналы» влияния авиации на экономику, на уровень благосостояния и социально-экономического развития общества схематично можно представить в следующем виде (рис. 3.4.1). Также здесь изображены основные составляющие того комплекса отраслей, который в совокупности и называется авиацией, и взаимосвязи его элементов.

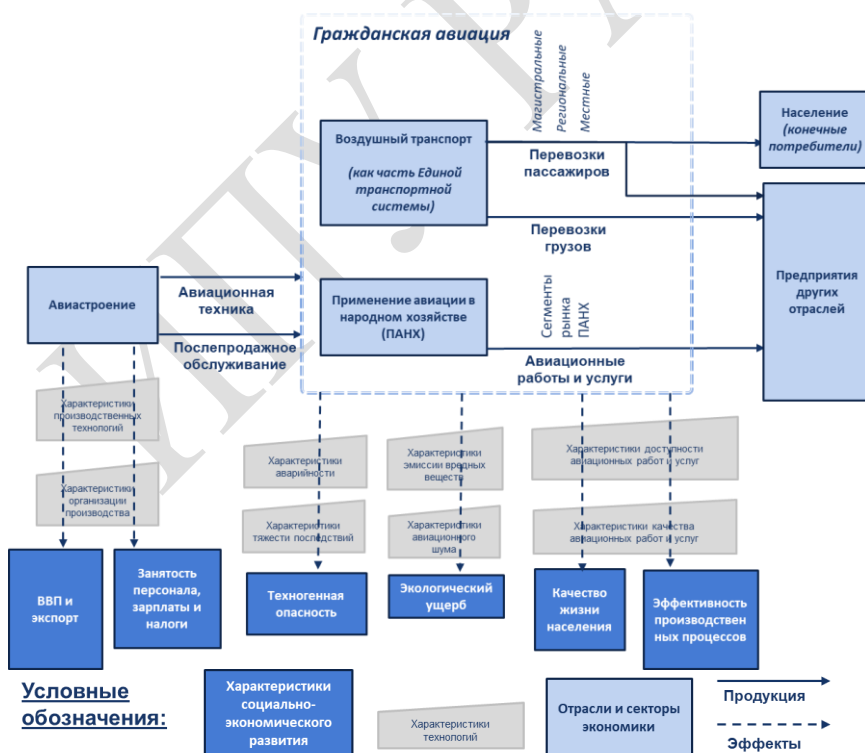


Рис. 3.4.1. Влияние гражданской авиации и авиастроения на социально-экономическое развитие



Итак, авиастроение обеспечивает гражданскую авиацию собственнo авиационной техникой и послепродажными услугами (необходимыми постольку, поскольку авиационная техника, как правило, долговечна, сложна и требует квалифицированного послепродажного обслуживания на протяжении десятков лет).

При этом гражданская авиация оказывает услуги по авиационным перевозкам пассажиров и грузов, а также выполняет все более широкий спектр авиационных работ.

Авиационные работы и услуги, в свою очередь, повышают качество жизни людей, а также позволяют реализовать более эффективные бизнес-процессы в экономике – от авиационной обработки сельхозугодий и тушения пожаров до возможности оперативно отправлять работников в командировки, доставлять на расстояния в несколько тысяч километров готовую продукцию и перемещать промежуточные продукты между звеньями производственных цепочек, делая их глобальными и быстрыми.

В масштабах страны авиастроение может выступать не только как поставщик продукции для гражданской авиации, но и как экспортная отрасль промышленности, внося вклад в ВВП страны, в занятость высококвалифицированных кадров, в высокотехнологичный экспорт. Рост таких отраслей – это не просто количественный экономический рост, но и качественное экономико-технологическое развитие.

При этом, помимо описанных полезных эффектов, авиация, – как и любая область техники, неизбежно порождает и другие эффекты, вредные и даже опасные. Вся авиационная деятельность, хотя и в разной степени, оказывает негативное влияние на окружающую среду (хотя может оказывать и позитивное), а также порождает техногенную опасность для людей (работников, потребителей и третьих лиц). Эти эффекты также отражены на рис. 3.4.1.

Авиация не только поставяет свою продукцию другим отраслям экономики и непосредственно населению, но и потребляет блага, производимые другими отраслями. Например, гражданская авиация

для обеспечения эксплуатации авиационной техники потребляет топливо, горюче-смазочные материалы (ГСМ) и др. Предприятия авиастроения также потребляют энергетические ресурсы, поставляемые ТЭК, хотя в этом случае прежде всего потребляется электроэнергия.

Не ограничивая общности, можно на примере авиации как комплекса авиастроения и гражданской авиации выработать и общую модель развития высокотехнологичных отраслей и секторов экономики.

Как правило, в их составе также можно выделить отрасль, создающую сложное долговечное оборудование, и отрасли, использующие это оборудование для производства иных благ, как потребительского назначения, так и производственного. Причем рассматривается научно-технологическое развитие, прежде всего в отрасли – производителе оборудования. Но оно оказывает влияние на процессы применения этой техники для производства других конечных и промежуточных продуктов и, в конечном счете, на удовлетворение потребностей населения.

Итак, в общем случае можно выделить:

- отрасль – производитель оборудования и его послепродажного обслуживания;
- отрасли – эксплуатанты оборудования (располагающие также необходимой для этого инфраструктурой, создаваемой третьими отраслями, например, строительством);
- отрасли, поставляющие необходимые для производства и эксплуатации техники ресурсы (энергетические, иные сырьевые и др.);
- отрасли или секторы (например, население), потребляющие блага, производимые в результате эксплуатации техники.

Технологии определяют в простейшем случае коэффициенты прямых затрат в межотраслевых (межсекторных) потоках в рассматриваемой системе. Научно-технологическое развитие приводит к изменению этих коэффициентов и изменению равновесных состояний в системе взаимосвязанных отраслей и секторов.

Пример 18. Цели и индикаторы НТР авиастроительной отрасли

На основе анализа влияния авиастроения на социально-экономическое развитие России обоснованы следующие генеральные цели НТР отрасли (использованы модели М9, М29):

- сокращение стоимости транспортных и других авиационных работ и услуг, оказываемых с помощью авиационной техники (АТ) российского производства;
- совышение качества транспортных и других авиационных работ и услуг, оказываемых с помощью АТ российского производства;
- сокращение себестоимости и длительности разработки, производства, технического обслуживания и ремонта российской АТ;
- обеспечение возможности самостоятельной разработки, производства, технического обслуживания и ремонта АТ (а также ее компонентов), критически важной для обеспечения национальной безопасности;
- совышение комплексной безопасности авиационной деятельности (в том числе разработки, производства, технической и летной эксплуатации АТ) и деятельности в отраслях – потребителях авиационных работ и услуг;
- снижение вредного воздействия на окружающую среду авиационной деятельности (в т. ч. разработки, производства, технической и летной эксплуатации АТ) и функционирования отраслей-потребителей авиационных работ и услуг.

Первые две цели определяют влияние совершенствования продукции отрасли на социально-экономическое развитие (посредством повышения доступности и качества авиационных работ и услуг).

Следующие две цели определяют собственный вклад в социально-экономическое развитие страны авиастроения как отрасли промышленности (в т. ч. как коммерческой и, возможно, экспортно-ориентированной, так и «затратной» и функционирующей преимущественно за счет государственной поддержки).

Две последние цели соответствуют сокращению вредного и опасного воздействия на людей и окружающую среду, причем как данной отрасли, так и смежных отраслей – возможно, за счет применения продукции авиастроения и гражданской авиации (поэтому эффект НТР следует оценивать в комплексе).

Обосновано, что такая структура генеральных целей НТР универсальна для любых высокотехнологичных отраслей –производителей оборудования, а также взаимодействующих с ними отраслей – производителей конечных благ.

Показатели НТР отрасли авиастроения

Показатели совершенства авиационной техники (АТ):

- крейсерская скорость,
- дальность полета,
- грузоподъемность,
- пассажировместимость,
- удельный расход ресурсов на единицу работы [г/пасс.-км] или [г/т-км],
- труд экипажа на единицу работы [чел.-час /л.ч.] дифференцируемых по квалификации работников,
- частота операций ТОиР разного уровня [л.ч.],
- ожидаемый срок эксплуатации [л.ч.],
- длина взлетно-посадочной полосы (ВПП),
- твердость покрытия,
- удельные выбросы разных видов [г/пасс.-км] или [г/т-км],
- частота отказов АТ разных видов.

Показатели совершенства послепродажного обслуживания (ППО):

- длительность операций ТОиР [ч],
- натуральная фондоемкость выполнения ТОиР,
- удельные затраты труда ремонтного персонала работы [чел.-час /операция], дифференцируемые по квалификациям работников.

Показатели НТР отрасли гражданской авиации (отрасли – производителя услуг):

- трудоемкость и материалоемкость строительства и содержания аэродромов, скорость подвозящего транспорта [км/ч];
- пропускные способности аэродромов и воздушного пространства – минимальные безопасные интервалы эшелонирования на маршруте и при взлете–посадке;
- длительность и трудоемкость [чел.-час /пасс.] начально-конечных операций в аэропортах.

Показатели НТР ТЭК:

– функция предложения (зависимость объема поставок от цены)
ГСМ или иной энергии, дифференцированная по видам ресурсов и по местам их поставки.

Показатели социально-экономического развития:

– объем перевозок и авиаработ в разных сегментах (магистральные, региональные, МВЛ и др.),
– пассажирооборот [млрд пасс.-км/год],
– грузооборот [т-км/год],
– средняя маршрутная скорость на воздушном транспорте,
– время в пути (между центрами заданного уровня),
– суммарные выбросы разных видов (Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года),
– совокупная аварийность и количество жертв авиационных происшествий (рис. 3.4.2 ниже).

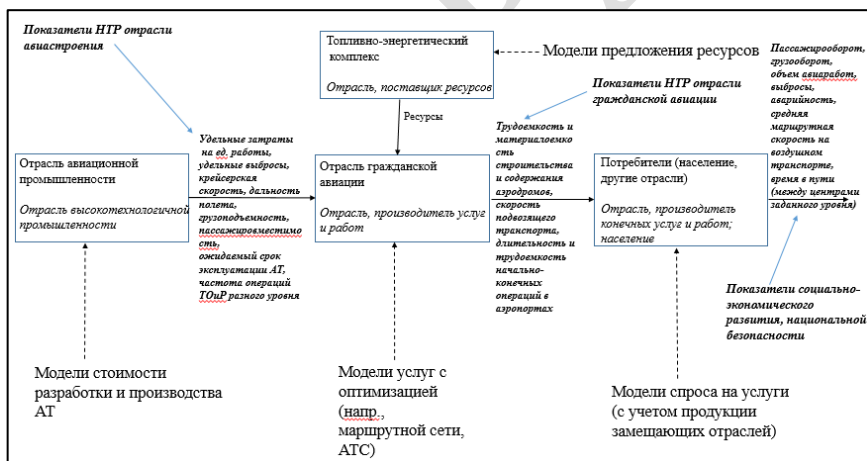


Рис. 3.4.2. Общая структура системы моделей



3.4.2. Модели стоимости разработки и производства АТ

Уровень объекта: отрасль.

Содержательное описание: моделируется функция затрат на разработку и производство АТ в зависимости от объемов производства, в т. ч. накопленных на данный момент.

Допущения: учитывается эффект обучения с ростом накопленного выпуска АТ.

Модель затрат на разработку и производство АТ в зависимости от объемов производства с учетом эффекта обучения

Входные данные:

- объемы выпуска АТ (по типам, для каждого отдельно и по годам) – объемный показатель, который содержится в КПРО, КПРО-2030 (ранее в ГП РАП) и является выходом ряда других моделей в данной системе (моделей спроса или потребностей в авиаперевозках и авиаработах и моделей баланса провозных мощностей);

- постоянные затраты на разработку типа АТ и технологическую подготовку его производства – объемные показатели, являются выходами моделей себестоимости разработки и ТПП в зависимости от характеристик типа АТ;

- длительность разработки и ТПП типа АТ – качественные показатели, являются выходами моделей длительности разработки и ТПП в зависимости от характеристик типа АТ;

- удельная трудоемкость производства первого экземпляра продукции, темп обучения в производстве, удельная материалоемкость производства единицы продукции (т. е. стоимость комплектующих изделий, сырья и материалов на единицу продукции); средняя фондовооруженность труда (т. е. объем основных производственных фондов на одного занятого в основном производстве) – качественные показатели производственных технологий авиастроения.

Выходные данные:

- суммарные затраты на разработку и производство АТ (по типам и по годам) – объемный показатель, стоимостный объем выпуска АТ в отрасли (показатели ГП РАП);

- средняя себестоимость единицы АТ (по типам и по годам) – удельные показатели, представляющие собой входы моделей эксплуатационных расходов АТ и спроса на авиационные работы и услуги;

- количество занятых в основном производстве в авиастроении – объемный показатель, содержится в ГП РАП;

– добавленная стоимость в авиастроении – объемный показатель, характеризующий вклад отрасли в ВВП и ВРП (если дифференцирован по регионам), содержится в ГП РАП и стратегии развития обрабатывающей промышленности;

– средняя производительность труда в отрасли – удельный показатель, содержится в ГП РАП и стратегии развития обрабатывающей промышленности.

В зависимости от выпуска продукции все издержки принято делить на постоянные и переменные. Затраты на НИОКР и технологическую подготовку производства (ТПП) практически не зависят от объема выпуска, т. е. относятся к постоянным затратам разработчиков и производителей авиатехники:

$$FC = C_{\text{НИОКР}} + C_{\text{ТПП}}, \quad (3.4.1)$$

где $C_{\text{НИОКР}}$ – затраты на НИОКР, $C_{\text{ТПП}}$ – затраты на ТПП, FC – постоянные затраты (англ. *Fixed Costs*).

Постоянные затраты вносят вклад в среднюю себестоимость одного изделия, называемый средними постоянными затратами AFC (англ. *Average Fixed Costs*). Они сокращаются обратно пропорционально суммарному объему выпуска за весь ЖЦИ Q :

$$AFC(Q) = \frac{FC}{Q} = \frac{C_{\text{НИОКР}} + C_{\text{ТПП}}}{Q}. \quad (3.4.2.)$$

Стоимость серийного производства авиатехники $C_{\text{произв}}$ ²³ включает в себя прежде всего материальные затраты (на закупку сырья, комплектующих изделий и производственных услуг) и затраты на оплату труда:

²³ Здесь учитываются лишь т. н. прямые затраты производства, включающие в себя затраты на оплату труда и материальные затраты. Что касается затрат на создание основных фондов, они в данной модели уже учтены на стадии ТПП, хотя затраты на поддержание мощностей, на техническое обслуживание и ремонт (ТОиР) оборудования, зданий и сооружений также относящиеся к постоянным затратам, приходится нести на протяжении всего этапа серийного производства изделий.

$$C_{\text{произв}} = C_{\text{мат}} + C_{\text{тр}}. \quad (3.4.3)$$

Себестоимость серийного производства авиатехники уже относится преимущественно к переменным затратам VC (англ. *Variable Costs*), т. е. зависит от объема выпуска:

$$VC(Q) = C_{\text{произв}}, \quad \frac{\partial VC}{\partial Q} > 0. \quad (3.4.4)$$

Удельные материальные затраты на выпуск одного изделия $c_{\text{мат}}$ приближенно можно считать фиксированными. В простейшем случае можно представить кривую обучения для трудозатрат в следующем виде:

$$c_{\text{тр}}(q) = c_{\text{тр}}^1 (1 - \lambda)^{\log_2 q}, \quad (3.4.5)$$

где $c_{\text{тр}}(q)$ – трудозатраты (в денежном выражении) на выпуск q -ого экземпляра изделий нового типа, $c_{\text{тр}}^1$ – трудозатраты (в денежном выражении) на выпуск первого экземпляра изделий нового типа, q – накопленный выпуск (число выпущенных экземпляров с начала периода производства изделий данного типа), λ – темп обучения.

Таким образом, суммарные прямые затраты на стадии серийного производства авиатехники можно выразить следующей формулой:

$$C_{\text{произв}}(Q) = c_{\text{мат}} Q + \sum_{q=1}^Q c_{\text{тр}}(q), \quad (3.4.6)$$

где Q – суммарный объем выпуска изделий данного типа за весь ЖЦ.

Суммарные затраты на разработку и производство авиатехники можно выразить следующим образом:

$$TC = FC + VC(Q) = C_{\text{НИОКР}} + C_{\text{ТПП}} + C_{\text{произв}}, \quad (3.4.7)$$

где TC – общие издержки, или общие затраты (англ. *Total Cost*).

Средняя себестоимость одного изделия может быть выражена следующей формулой:

$$\begin{aligned}
 AC &= \frac{TC}{Q} = \frac{FC + VC(Q)}{Q} = AFC + AVC = \\
 &= \frac{C_{\text{ниокр}} + C_{\text{тпп}} + C_{\text{произв}}}{Q} = \\
 &= \frac{C_{\text{ниокр}} + C_{\text{тпп}}}{Q} + c_{\text{мат}} + \frac{1}{Q} \sum_{q=1}^Q c_{\text{тр}}(q),
 \end{aligned}
 \tag{3.4.8}$$

где AC – средние издержки, или средние затраты (англ. *Average Costs*).

3.4.3. Модель количества занятых в АП, средней производительности труда

Входные данные:

- удельные трудозатраты на первый экземпляр продукции,
- темп обучения,
- удельные материальные затраты на единицу продукции,
- фондовооруженность труда.

Выходные данные:

- потребное количество занятых,
- средняя себестоимость единицы продукции,
- средняя производительность труда.

В авиастроении, как и во многих других высокотехнологичных отраслях промышленности, трудоемкость производства единицы продукции изменяется по мере накопления опыта благодаря т. н. эффекту обучения, подробнее см. работы [157, 158, 159, 160]. Предположим, что трудоемкость производства единицы продукции изменяется на протяжении жизненного цикла продукта следующим образом. По мере накопления опыта удельные трудозатраты на очередную q -ю единицу продукции сокращаются с начального уровня l_0 по следующему закону:

$$l(q) = l_0 (1 - \lambda)^{\log_2 q}, \quad (3.4.9)$$

где $l = \frac{\eta}{w}$ – трудоемкость производства единицы продукции, человеко-часов/ед. продукции, η – средний фонд рабочего времени, часов в год, w – текущая производительность труда работника, ед. продукции/чел. в год, где λ – темп обучения.

Воспользуемся следующей приближенной формулой суммарных трудозатрат (в человеко-часах) на выпуск Q единиц продукции, справедливой в тех случаях, когда кривая обучения имеет приведенный выше логарифмический вид:

$$\sum_{q=1}^Q l(q) \approx l_0 \frac{Q^a}{a}, \quad (3.4.10)$$

где $a = 1 + \log_2 (1 - \lambda) < 1$.

Тогда средняя трудоемкость производства единицы продукции может быть выражена следующим образом:

$$\bar{l}(Q) = \frac{\sum_{q=1}^Q l(q)}{Q} \approx l_0 \frac{Q^{a-1}}{a}, \quad (3.4.11)$$

где Q – суммарный объем выпуска изделий за весь жизненный цикл. Он, в свою очередь, определяется как $Q = \alpha Q_\Sigma$, где Q_Σ – суммарный объем продаж изделий данного типа за ЖЦИ, α – доля данного производства на рынке. Таким образом, при повышении объемов производства в X раз суммарные трудозатраты возрастут в X^a раз, а средние трудозатраты (как натуральные, так и стоимостные, при фиксированной повременной ставке оплаты труда) на единицу продукции изменятся в $X^{a-1} = X^{\log_2(1-\lambda)}$ раз, т. е. сократятся, поскольку $\log_2(1-\lambda) < 0$.

Обобщая приведенные ранее выражения, можно оценить среднюю производительность труда на предприятии на протяжении ЖЦИ.

Введем следующие обозначения, пусть $APL = w d$ – текущая производительность труда работника в стоимостном выражении, где w – добавленная стоимость в расчете на единицу продукции (т. е. разность цены и материальных затрат на единицу продукции), d – фиксированный коэффициент в данной модели.

Тогда средняя производительность труда на предприятии в стоимостном выражении на протяжении ЖЦИ:

$$APL = \bar{w} p = \frac{\eta}{\bar{l}(Q)} p = \frac{\eta d a}{l_0 Q^{a-1}} = \frac{\eta d a}{l_0 (\alpha Q)^{\log_2(1-\lambda)}}, \quad (3.4.12)$$

где $\bar{w}$ – средняя производительность труда работника, ед. продукции/чел. В год.

В рамках этой модели среднее за ЖЦИ количество рабочих (L), занятых в отрасли и необходимых для выпуска Q единиц продукции за весь жизненный цикл (T) рассчитывается следующим образом:

$$L = \frac{\bar{l}(Q) Q}{\eta T} = \frac{l_0 Q^a}{a \eta T}. \quad (3.4.13)$$

3.4.4. Модель стоимости и качества пассажирских авиаперевозок на межрегиональных воздушных линиях

Уровень объекта: страна.

Содержательное описание: рассматриваются альтернативные варианты организации воздушного сообщения между центрами регионов: напрямую или через хаб. При заданных характеристиках ВС (включая вместимость и скорость, удельную стоимость пасс.-км), расстояниях и пассажиропотоках между центрами оценивается стоимость и длительность поездок в обоих вариантах и выбирается наилучший.

Формальная постановка: условия (неравенства), при которых полет напрямую быстрее и дешевле полета через хаб.

При перелетах из одного регионального центра в другой с пересадкой в хабе используются, как правило, магистральные самолеты, а при прямых перелетах из одного регионального центра в другой – региональные, обладающие меньшей размерностью, возможно, меньшей крейсерской скоростью и дальностью полета.

Стоимость билета для пассажира в случае прямого перелета из одного регионального центра в другой составит

$$C_{\text{пр}} = \frac{c_{\text{ккм}}^{\text{рег}} L_{\text{прям}} + c_{\text{в-п}}^{\text{рег}}}{k} \text{ ден.ед./пасс.} \quad (3.4.14)$$

Стоимость билета для пассажира при перелете из одного регионального центра в другой с пересадкой в хабе составит

$$C_{\text{хаб}} = \frac{2(c_{\text{ккм}}^{\text{маг}} L_{\text{хаб}} + c_{\text{в-п}}^{\text{маг}})}{k} \text{ ден.ед./пасс.}, \quad (3.4.15)$$

где $L_{\text{прям}}$ – среднее расстояние между двумя региональными центрами, км; $L_{\text{хаб}}$ – среднее расстояние от крупного города до региональных центров, км; $c_{\text{ккм}}^{\text{маг}}$ и $c_{\text{ккм}}^{\text{рег}}$, ден. Ед./кресло-км – стоимости кресло-километра крейсерского полета магистральных и региональных воздушных судов соответственно; $c_{\text{в-п}}^{\text{маг}}$ и $c_{\text{в-п}}^{\text{рег}}$, ден. Ед./кресло –

стоимости взлета и посадки в расчете на кресло магистральных и региональных воздушных судов соответственно; k – ожидаемый коэффициент заполнения кресел.

Суммарное время поездки при прямом перелете из одного регионального центра в другой:

$$T_{\text{прям}} = \frac{m^{\text{рег}} k \cdot 24}{W_{\text{прям}}} + T_{\text{в-п}}^{\text{рег}} + \frac{L_{\text{прям}}}{v_{\text{кр}}^{\text{рег}}} \text{ час.} \quad (3.4.16)$$

Суммарное время поездки при полете из одного регионального центра в другой с пересадкой в хабе:

$$T_{\text{хаб}} = 2 \frac{m^{\text{маг}} k \cdot 24}{W_{\text{хаб}} + (N-1)W_{\text{пр}}} + 2T_{\text{в-п}}^{\text{маг}} + 2 \frac{L_{\text{хаб}}}{v_{\text{кр}}^{\text{маг}}} \text{ час.}, \quad (3.4.17)$$

где $m^{\text{маг}}$ и $m^{\text{рег}}$ – пассажироместимости магистральных и региональных воздушных судов, мест; $T_{\text{в-п}}^{\text{маг}}$ и $T_{\text{в-п}}^{\text{рег}}$ – времена взлетно-посадочных операций магистральных и региональных самолетов, часов; $v_{\text{кр}}^{\text{маг}}$ – крейсерская скорость магистрального самолета, км/ч; $v_{\text{кр}}^{\text{рег}}$ – крейсерская скорость регионального самолета, км/ч; N – количество региональных центров; $W_{\text{прям}}$ – спрос на перелеты из одного регионального центра в другой, пассажиров в сутки; $W_{\text{хаб}}$ – спрос на перелеты из каждого регионального центра в крупный город, пассажиров в сутки, в одну сторону (это число не учитывает транзитных пассажиров, которые пересаживаются в аэропорту этого города, т. е. это именно пассажиропоток непосредственно в крупный город).

Из приведенных формул следует, что:

1. Для эффективности перехода к системе прямых межрегиональных перевозок (в части стоимости прямого перелета между региональными центрами) с увеличением расстояния между региональными центрами необходимо уменьшение стоимости кресло-км на региональном самолете $c_{\text{ккм}}^{\text{рег}}$.

2. Эффективность перехода к системе прямых межрегиональных перевозок увеличивается (в части времени поездки между региональными центрами) с увеличением спроса на перелеты из одного

регионального центра в другой $W_{\text{прям}}$ и (или) при уменьшении пассажироместимости регионального самолета $m^{\text{рег}}$ и (или) при уменьшении среднего расстояния между региональными центрами и (или) при увеличении крейсерской скорости регионального самолета.

3.4.5. Модель стоимости и качества пассажирских авиаперевозок на местных воздушных линиях

Уровень объекта: регион.

Условия применимости и допущения: отдаленные, труднодоступные и малонаселенные регионы (ОТДМР); все перевозки дотируются.

Содержательное описание: рассматривается авиатранспортная система (АТС) ОТДМР с произвольным расположением аэропортов, равномерной плотностью населения, заданными скоростью и тарифом подвозящего транспорта.

Формальная постановка: минимум суммарных затрат на эксплуатацию парка ВС и содержание сети аэропортов при выполнении транспортного стандарта.

Входные данные:

- плотность населения (характеристика региона);
- транспортный стандарт – гарантированное время в пути между населенными пунктами региона (определяется государственной политикой), отчасти содержится в Транспортной стратегии;
- средняя скорость полета ВС;
- средняя себестоимость, пасс. –км, при заданной пассажироместимости и дальности полета (является выходом моделей экономического развития, прямых эксплуатационных расходов ВС, где входы – первичные показатели НТР, в т. ч. Удельные расходы ГСМ, удельные трудоемкости работы экипажа и ТоиР на пасс. –км, и т. п.);
- средние затраты на строительство и содержание аэродрома, ден. Ед./г (является выходом модели стоимости владения аэродромом в зависимости от потребной длины, качества ВПП, характеристик наземного оборудования, а также от климатогеографических характеристик региона);
- средний налет на одно ВС, л. Ч. В год;
- средняя скорость подвозящего транспорта;
- средний тариф на подвозящем транспорте, ден. Ед./пасс. –км.

Выходные данные:

- минимально необходимые для выполнения транспортного стандарта затраты на авиаперевозки на местных воздушных линиях (МВЛ) в регионе и в России в целом (потребные объемы субсидий);
- авиационная подвижность населения региона или подвижность населения ОТДМР России в целом;
- удельные затраты на выполнение транспортного стандарта в ОТДМР – в расчете на одного жителя в год и на одного пассажира;
- оптимальное количество аэродромов местных воздушных линий в регионе и в ОТДМР России в целом;
- потребное количество ВС МВЛ в регионе и в России в целом, т. е. показатели соответственно в Транспортной стратегии и в ГП РАП, КПРО (КП-2030).

Пример 19. Модель зависимости затрат от стандарта качества транспортного обслуживания

На примере российского авиастроения и транспортного комплекса предложена модель ^[161] зависимости суммарных (в масштабах страны) и удельных (в расчете на пассажира) затрат на обеспечение минимального стандарта качества транспортного обслуживания в отдаленных, труднодоступных и малонаселенных регионах от параметров авиационной техники для местных воздушных линий (крейсерской скорости и обобщенных взлетно-посадочных характеристик в виде затрат на содержание аэродрома):

$$D_{\text{amin}} = r_* k \gamma \rho + \frac{R}{r_*^2}, \quad (3.4.18)$$

где $D_{\Sigma \min}$ – минимально необходимый объем дотаций;

r_* – оптимальное расстояние между аэропортами, $r_* = \sqrt[3]{\frac{2R}{k \gamma \rho}}$;

k – средний тариф на подвозящем транспорте, руб./км;
 γ – коэффициент подвижности населения; ρ – плотность населения чел./км²; R – годовая выручка аэропорта.

Суммарные (в масштабах страны) затраты сокращаются с ростом плотности населения (при неизменной его численности) и возрастают по мере увеличения тарифов подвозящего транспорта и

средней стоимости содержания аэропорта, а также по мере ужесточения стандартов качества транспортного обслуживания, измеряемого общим временем поездки с учетом межрейсовых интервалов.

Доступность услуг, оказываемых с использованием высокотехнологичной продукции, повышается с ростом плотности населения (при неизменной его численности) и при снижении тарифов на услуги, оказываемые с помощью высокотехнологичного оборудования.

Хотя этот вывод получен для конкретных отраслей и специфического примера, его можно и обобщить. Низкая плотность населения повышает стоимость обеспечения заданного качества услуг, включая медицину, энергетику и др.

Таким образом, можно сформулировать общий вывод о том, что на доступность услуг влияют экономико-географические факторы, например, плотность населения, причем, низкие ее значения при прочих равных условиях затрудняют обеспечение требуемого уровня качества, повышая потребные затраты.

Кроме того, на примере этой модели показано, что достижение минимума общегосударственных затрат на обеспечение требуемого уровня качества услуг возможно только при совместной оптимизации стратегий развития взаимодействующих отраслей, в данном случае авиастроения и транспорта (одновременно оптимизируем параметры ВС, их взлетно-посадочные характеристики и параметры аэродромной инфраструктуры (как густоту аэродромов, так и длину ВПП), а также подвозящего наземного транспорта).

3.4.6. Структурная оптимизационная модель спроса на магистральные авиаперевозки

Уровень объекта: страна.

Допущения: пассажиры (с известным квантильным распределением по доходам) в рамках заданного бюджета выбирают оптимальный вид транспорта с учетом стоимости своего времени между воздушным и наземным, железнодорожным. При этом учитывается полное время в пути.

Формальная постановка задачи: пассажиры, относящиеся к каждому квантилю в рамках располагаемого бюджета на поездки выбирает оптимальный вид транспорта (при заданных показателях скорости и тарифа за пасс.-км) и совершает поездку на максимальную

дальность. При суммировании по квантилям определяется спрос на услуги воздушного и наземного транспорта, в пасс и пасс.-км.

Высокотехнологичная отрасль промышленности обеспечивает стратегически важной продукцией национальную экономику. Повышение эффективности продукции способствует повышению качества жизни и благосостояния населения (экономического, экологического и т. п.). Продукция отрасли высокотехнологичной промышленности влияет на социально-экономическое развитие страны в части доступности и качества услуг, оказываемых с использованием данной высокотехнологичной продукции.

Необходимая информация, входные и выходные данные

Входные данные:

- средняя скорость,
- время в пути,
- средняя стоимость перевозок.

Выходные данные:

- объемы спроса на перевозки.

Примеры расчетов

На примере гражданского авиастроения предложена модель ^[162] зависимости пассажирооборота и доступности магистральных авиаперевозок в России от параметров магистрального воздушного транспорта (стоимости пасс.-км и крейсерской скорости).

Суммарные затраты и потери пассажира, связанные с данной поездкой, выражаются следующей формулой:

$$C = \left(p + \frac{z}{v}\right)l + \Delta P_{\text{пост}} + z\Delta T_{\text{пост}}, \quad (3.4.19)$$

где $\Delta P_{\text{пост}}$, $\Delta T_{\text{пост}}$ – постоянные составляющие стоимости и длительности поездки; $\Delta T_{\text{пост}}$ – суммарная продолжительность маневрирования транспортных средств в начале и в конце пути, начально-конечных операций, поездки пассажира на подвозящем транспорте, т. е. постоянная часть, не зависящая от расстояния; $\Delta P_{\text{пост}}$ – постоянная часть тарифа, не зависящая от дальности перевозки; l – преодо-

леваемое расстояние на транспортном средстве; Z – стоимость времени пассажира (зависящая от его дохода); p – тариф за 1 пасс.-км, руб.; V – крейсерская скорость транспортного средства.

При снижении тарифа на услуги, оказываемые с помощью высокотехнологичного оборудования, и (или) при увеличении скорости (в общем случае – качества) оказания услуги (работы) доступность услуг, оказываемых с использованием данной высокотехнологичной продукции, повышается. Можно ввести понятие экономической скорости передвижения, которая учитывает время, затрачиваемое непосредственно на поездку, и время, которое пассажир тратит, зарабатывая соответствующие средства на оплату поездки. Рационально действующий пассажир выбирает тот вид транспорта, который обеспечит ему наибольшую экономическую скорость.

При рациональной организации оказания услуг (исчерпание возможностей оптимизации по Парето) качество и доступность становятся конфликтными, и следует ставить задачу минимизации затрат при заданном уровне качества.

Оценки суммарных значений пассажирооборота воздушного и железнодорожного транспорта в рамках данной модели можно получить, суммируя пассажирооборот для всех перцентилей, для которых данный вид транспорта является наиболее предпочтительным (дальность ежегодных поездок необходимо умножить на 2, поскольку пассажир совершает поездку туда и обратно):

$$\begin{aligned} W_{\Sigma}^{\text{MC}} &= \frac{N}{100} \sum_{i=1}^{100} 2L_i^{\text{MC}} \delta_i^{\text{MC}}, \\ W_{\Sigma}^{\text{ЖД}} &= \frac{N}{100} \sum_{i=1}^{100} 2L_i^{\text{ЖД}} \delta_i^{\text{ЖД}}, \end{aligned} \tag{3.4.20}$$

где W – пассажирооборот, N – численность населения страны, L – максимальная дальность поездок с использованием данного вида транспорта, $i = 1, \dots, 100$ – номер перцентилия распределения населения по доходу, δ – функция выбора, определяемая формулами:

$$\delta_i^{\text{MC}} = \begin{cases} 1, L_i^{\text{MC}} > L_i^{\text{ЖД}}, \\ 0, L_i^{\text{MC}} < L_i^{\text{ЖД}}, \end{cases}$$

$$\delta_i^{\text{ЖД}} = \begin{cases} 1, L_i^{\text{ЖД}} > L_i^{\text{MC}}, \\ 0, L_i^{\text{ЖД}} < L_i^{\text{MC}}. \end{cases} \quad (3.4.21)$$

Определим L с помощью формулы

$$L = \frac{[0,5\alpha(M - M_{\min}) - z\Delta T_{\text{пост}} - \Delta P_{\text{пост}}]}{(p + \frac{z}{v})}, \quad (3.4.22)$$

где M – среднемесячный денежный доход потребителя, $M_{\min}$ – прожиточный минимум, позволяющий удовлетворить наиболее насущные потребности, α – доля дохода сверх прожиточного минимума, которую потребитель готов израсходовать на дальние поездки.

Таким образом, доступность услуг зависит от удельных затрат и себестоимости единицы услуг нелинейно. А именно, она определяется долей населения, которая предпочтет данный вид услуг альтернативным (и предъявит платежеспособный спрос, исходя из распределения по доходам).

Также необходимо учитывать связанные с такими улучшениями системные риски (резкого роста потребления ограниченных ресурсов, объема выбросов, причем в ответ на улучшение удельных параметров, см. т. н. эффект рикошета или парадокс Джевонса). Эти эффекты будут рассмотрены далее.

3.4.7. Модель спроса на авиационную технику и ее послепродажное обслуживание в зависимости от спроса на авиационные работы и услуги

Уровень объекта: отрасль, страна.

Допущения: новая АТ приобретается для замены выбывшей по причине физического износа, для расширения парка, для замены морально устаревшей АТ.

Содержательное описание: модель баланса провозных мощностей (БПМ).

Необходимая информация, входные и выходные данные

Входные данные:

– объемы спроса на авиационные работы и услуги (от патрулирования до санитарной транспортировки).

Выходные данные:

– спрос на авиационную технику (АТ) и ее послепродажное обслуживание (ППО).

Примеры расчетов

Рассмотрим динамику пассажирских авиаперевозок и производства пассажирских самолетов, исходя из того, что авиакомпании в состоянии приобрести необходимое им количество воздушных судов, т. е. что спрос пассажиров на авиаперевозки полностью трансформируется в платежеспособный спрос перевозчиков на авиатехнику. В общем случае спрос авиакомпаний на новые воздушные суда может быть обусловлен тремя факторами:

- 1) расширение парка и увеличение провозных мощностей для удовлетворения растущего спроса на авиаперевозки;
- 2) замена авиатехники, выработавшей свой ресурс (устаревшей физически);
- 3) качественное обновление парка и списание морально устаревшей авиатехники (даже если она имеет остаток ресурса).

Вначале будем считать, что морального старения нет, и рассмотрим первые две составляющих спроса на авиатехнику. Построим упрощенную модель совокупного спроса на новые воздушные суда при следующих допущениях:

- авиастроение рассматривается как единое целое, конкуренция между отдельными предприятиями (в реальности чрезвычайно жесткая) не учитывается;
- изменения спроса на авиаперевозки и уровня мощностей авиационной промышленности задаются экзогенным образом;
- все воздушные суда – однотипные;
- условия эксплуатации парка однородны;
- распределение воздушных судов в парке по остатку ресурса равномерное.

Введем следующие условные обозначения:

$d(t)$ – пассажирооборот в году t , пасс.-км в год;

$N(t)$ – списочная численность парка гражданской авиации;

m – пассажировместимость одного воздушного судна, мест;
 V – средняя рейсовая скорость воздушного судна, км/ч;
 η – среднегодовой налет на одно воздушное судно, л. ч. в год;
 k – коэффициент заполнения кресел.

Тогда число воздушных судов, необходимое для удовлетворения спроса на перевозки в году t , может быть оценено по следующей формуле:

$$N_{\text{потреб}}(t) = \frac{d(t)}{\eta \cdot V \cdot k \cdot m}. \quad (3.4.23)$$

В году t эксплуатироваться будет лишь часть парка, численность которой $N_3(t)$ можно определить в общем случае следующим образом:

$$N_3(t) = \min \{ N_{\text{потреб}}(t); N(t) \}. \quad (3.4.24)$$

Пусть T – назначенный ресурс изделия, выраженный в летных часах. Тогда эксплуатируемые изделия будут в среднем вырабатывать за год долю ресурса, равную $\frac{\eta}{T}$. Следовательно, количество изделий, выработавших в году t свой ресурс и подлежащих списанию, может быть приближенно представлено в следующем виде:

$$q_{\text{спис}}(t) = \frac{\eta}{T} N_3(t). \quad (3.4.25)$$

Если авиакомпания не будут приобретать новых воздушных судов, численность их парка к следующему году сократится до $[N(t) - q_{\text{спис}}(t)]$. Необходимо оценить, достаточно ли этих провозных мощностей для удовлетворения ожидаемого спроса на перевозки. Обозначим $d_e(t+1)$ ожидаемый авиакомпаниями в году t уровень спроса на авиаперевозки в будущем году $t+1$. В простейшем случае ожидания авиакомпаний могут быть статическими, т. е., $d_e(t+1) = d(t)$, хотя авиакомпании могут руководствоваться и другими ожиданиями, пользуясь теми или иными методами прогнозирования пассажирооборота. При неизменных значениях среднегодового налета η , рейсовой скорости V , пассажировместимости m и

коэффициента заполнения кресел k потребная численность парка пропорциональна пассажирообороту. Тогда в будущем году $t + 1$ потребуется следующее количество воздушных судов:

$$N_{\text{потреб}}(t + 1) = \frac{d(t + 1)}{\eta \nu k m} = \frac{d(t + 1)}{d(t)} N_{\text{потреб}}(t). \quad (3.4.26)$$

Если это количество не превосходит численность парка, оставшегося к началу года $t + 1$, т. е. $N_{\text{потреб}}(t + 1) \leq N(t) - q_{\text{спис}}(t)$, то приобретение новых воздушных судов не требуется. Иначе для поддержания баланса провозных мощностей авиакомпаниям необходимо приобрести по меньшей мере $\left[N_{\text{потреб}}(t + 1) - N(t) + q_{\text{спис}}(t) \right]$ воздушных судов. Таким образом, выражение для спроса на воздушные суда примет следующий окончательный вид:

$$q^{\text{необх}}(t) = \max \left\{ 0; \frac{d_e(t + 1)}{\nu \eta k m} + \frac{\eta}{T} N_{\text{э}}(t) - N(t) \right\}. \quad (3.4.27)$$

Если ожидания авиакомпаний относительно пассажирооборота являются статическими, то $d_e(t + 1) = d(t)$, поэтому $N_{\text{потреб}}(t + 1) = N_{\text{необх}}(t)$. Следовательно, авиакомпании, формируя заказы на новую авиатехнику, будут лишь стремиться восполнить текущий дефицит провозных мощностей.

В будущем году численность парка воздушных судов примет следующее значение:

$$N(t + 1) = N(t) - \frac{\eta}{T} N_{\text{э}}(t) + q^{\text{постав}}(t), \quad (3.4.28)$$

где $q^{\text{постав}}(t)$ – объем поставок новых воздушных судов авиастроительными предприятиями²⁴. Он может быть выражен следующим образом:

²⁴ Здесь предполагается, что срок исполнения заказов на новые воздушные суда не превышает одного года.

$$q^{\text{постав}}(t) = \min \{ q^{\text{необх}}(t); V(t) \}, \quad (3.4.29)$$

где $V(t)$ – мощность предприятий авиационной промышленности в году t . Если авиационная промышленность не сможет удовлетворить спрос гражданской авиации, в году $t + 1$ будет наблюдаться дефицит провозных мощностей.

Представленные выше соотношения представляют собой упрощенную модель БПМ гражданской авиации.

Задавшись начальными условиями, а также сценариями изменения спроса на авиаперевозки $d_e(t)$ и мощностей авиационной промышленности $V(t)$, можно прогнозировать изменение со временем следующих величин, характеризующих работу авиастроения и воздушного транспорта:

- фактической численности парка воздушных судов $N(t)$, потребной численности парка $N_{\text{потреб}}(t)$ и количества эксплуатируемых воздушных судов $N_{\text{э}}(t)$;

- спроса на новую авиатехнику $q^{\text{необх}}(t)$ и фактического объема поставок авиатехники $q^{\text{постав}}(t)$, и т. д.

Выводы

При исследовании моделей выявлено влияние на доступность конечных услуг и спрос на них как технологий, используемых в отраслях – производителях высокотехнологичной продукции, так и технологий, используемых в смежных отраслях (отраслях – поставщиках ресурсов).

Модели позволяют обоснованно выбирать целевые значения показателей НТР в части видов используемых ресурсов и их удельного потребления, которые обеспечивают максимальное повышение качества жизни населения в части доступности конечных услуг.

Комплементарные модели

Для создания общегосударственной системы индикативного планирования НТР необходимы комплементарные модели производства конечных благ в отраслях – потребителях услуг, произведенных с помощью высокотехнологичной продукции той или иной конкретной отрасли.

Например, для обоснованного прогнозирования и рационального планирования применения авиации в сельском и лесном хозяйстве, в санитарной авиации необходимы модели распространения и локализации лесных пожаров и заболеваний растений, причем не привязанные к конкретным средствам выполнения этих задач, модели оказания медицинской помощи населению территории – также безотносительно к средствам медицинской транспортировки – и т. п.

Выводы к главе 3

В главе 3 рассмотрены специализированные модели индикативного планирования.

Отметим, что отраслевые задачи, которые решают эксперты по планированию в наукоемких отраслях (например, таких как авиастроительная отрасль) относятся к наиболее технически сложным и многофакторным. Однако и для таких задач есть свой математический инструментарий, позволяющий эффективно осуществлять индикативное планирование и решать, к примеру, задачи определения целей НТР.

В главе были описаны специализированные модели ИП, а также представлены четыре обширных примера.

Все использованные в главе модели проанализированы с точки зрения их применимости на определенных этапах методики индикативного планирования, приведенной в первой главе.

Для единообразного рассмотрения специализированных моделей ИП были определены их функции, применимость, уровень объекта, описание, постановка задачи, входные и выходные данные, математическая модель, пользователи. Для авиационной промышленности приведен «сквозной» пример – от целей роста до моделей анализа стоимости и качества пассажирских перевозок.

В целом в этой главе монографии решена задача, поставленная в целях научного исследования – изучен, проанализирован и систематизирован ряд модельных подходов, ориентированных на использование в отраслях экономики и на уровне отдельного предприятия, на различных этапах индикативного планирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящая монография основана на многолетнем теоретическом и практическом опыте сотрудников Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, одного из ведущих учреждений, тематикой которого является теория управления в междисциплинарных моделях организационных, социальных и экономических систем.

Изложен систематический подход к проблематике индикативного планирования на основе интеграции стратегического менеджмента и математического моделирования. Именно такой подход призван был решить те научные проблемы, которые современность ставит перед страной, отраслями и отдельными предприятиями, лицами, формирующими и принимающими решения.

Представлены научно обоснованные наработки, которые при применении их в практике стратегического планирования страны могли бы помочь сделать важный шаг для обоснования стратегий развития страны, отраслей, регионов.

Среди научных результатов работы выделим:

- анализ существующих документов стратегического планирования с точки зрения ИП;
- анализ, описание и систематизацию всех этапов инструментов индикативного планирования;
- применение для индикативного планирования множества моделей и методов имитационного, сценарного, оптимизационного, когнитивного моделирования;
- изложение авторской методики «сквозного» индикативного планирования, включающей в себя взаимосвязанность как этапов, так моделей, основанной на принципах индикативного планирования;
- разработку комплексной модели анализа моделей ИП, результаты ее применения представлены в главах 2 и 3.

В аналитической части авторы стремились создать аналог «таблицы Менделеева» для инструментов индикативного планирования и, как представляется, эта задача была решена в той или иной степени.

Читатели получают рабочий инструментарий: в монографии приведены 19 примеров решения актуальных задач стратегического планирования с помощью ИП, в том числе два из них – «сквозные».

Авторы надеются, что благодаря такому построению данная монография принесет практическую пользу тем, кто хотел бы не только грамотно планировать результаты, но и достигать их.

Отметим, что далеко не все научные задачи развития инструментария ИП решены: предстоит решить задачи полноты моделей; развить методы анализа факторов влияния и управления; оценки и рационального (оптимального) распределения ресурсов; совершенствовать методики формирования программ развития при сбалансированных средствах, мониторинга достижения целевых показателей; создать заделы для построения комплексных ИТ-систем стратегического планирования.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Зинаида Константиновна АВДЕЕВА	Кандидат технических наук, старший научный сотрудник Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. Научные интересы: анализ и моделирование слабоструктурированных ситуаций, сценарное моделирование социально-экономических, социально-политических систем. E-mail: avdeeva@ipu.ru
Валерий Константинович АКИН-ФИЕВ	Доктор технических наук, ведущий научный сотрудник Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. Научные интересы: методы инвестиционного анализа, оптимизация и моделирование развития компаний и корпоративных структур. E-mail: akinf@ipu.ru
Алексей Сергеевич БОГОМОЛОВ	Доктор технических наук, доцент, заведующий лабораторией системного анализа и управления Института проблем точной механики и управления (ФИЦ Саратовский научный центр РАН). Научные интересы: критические комбинации событий в сложных системах. E-mail: Bogomolov@iptmuran.ru
Владимир Николаевич БУРКОВ	Доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. Научные интересы: наука управления, теория активных систем, дискретная оптимизация, управление проектами. E-mail: vlab17@bk.ru

Ирина Владимировна БУРКОВА	Доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. Научные интересы: наука управления, теория активных систем, дискретная оптимизация, управление проектами. E-mail: irbur27@gmail.com
Олег Иванович ДРАНКО	Доктор технических наук, доцент, заведующий лабораторией Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. Научные интересы: экономико-математическое моделирование развития организаций, отраслей и регионов. E-mail: drankooi@ipu.ru
Анвер Касимович ЕНАЛЕЕВ	Кандидат технических наук, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, старший научный сотрудник Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. Научные интересы: управление в социально-экономических системах. E-mail: anverena@mail.ru
Алёна Александровна ЗАХАРОВА	Доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. Научные интересы: анализ данных, визуальная аналитика, киберфизические системы. E-mail: zaa@ipu.ru
Владислав Валерьевич КЛОЧКОВ	Доктор экономических наук, кандидат технических наук. Ведущий научный сотрудник Института проблем управления РАН им. В.А. Трапезникова. Заместитель генерального директора Национального исследовательского центра «Институт имени Н.Е. Жуковского» по стратегическому развитию.

	Научные интересы: управление научно-технологическим развитием, экономика высокотехнологичной промышленности. e-mail: vlad_klochkov@mail.ru
Светлана Вадимовна КОВРИГА	Научный сотрудник Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. Научные интересы: анализ и моделирование слабоструктурированных ситуаций, сценарное моделирование социально-экономических, социально-политических систем. E-mail: kovriga@ipu.ru
Вадим Алексеевич КУШНИКОВ	Доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Института проблем точной механики и управления РАН. Научные интересы: управление сложными системами, критические сочетания событий, системная динамика, теория подталкивания E-mail: kushnikoff@yandex. ru
Федор Федорович ПАЩЕНКО	Доктор технических наук, профессор, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, главный научный сотрудник Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. Научные интересы: системный анализ, теория управления, моделирование и идентификация систем, системы принятия решений, машинное обучение, интеллектуальные системы, анализ, моделирование и управление развитием социально-экономических систем. E-mail: pif-70@yandex.ru
Александр Федорович РЕЗЧИКОВ	Член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Института проблем управления им. В.А. Трапезникова. Научные интересы: управление в человеко- машинных

	системах, системная динамика, имитационное моделирование критических ситуаций в сложных системах. E-mail: rw4cy@mail.ru
Ирина Евгеньевна СЕЛЕЗНЕВА	Кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Института проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН. Научные интересы: экономика высокотехнологичной промышленности, управление научно-технологическим развитием, прогнозирование эффективности новых технологий. E-mail: ir.seleznewa2016@yandex.ru
Ольга Олеговна СМЕРНОВА	Доктор экономических наук, доцент, заместитель председателя Совета по изучению производительных сил (СОПС) ВАВТ; директор АНО НИЦ «Центр стратегического планирования»; ведущий научный сотрудник Института научной информации по общественным наукам РАН (ИНИОН РАН, Центр междисциплинарных исследований). Научные интересы: государственное управление и вопросы национальной безопасности России; методология и практика стратегического планирования и управления на государственном и межгосударственном уровне; прогнозирование; межрегиональные и межотраслевые балансы и диспропорции; инновационное развитие. E-mail: 7823091@mail.ru
Ираида Александровна СТЕПАНОВСКАЯ	Кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. Научные интересы: мониторинг в контуре управления развитием крупномасштабных систем. E-mail: irstepan@ipu.ru

Анатолий Данилович ЦВИРКУН	Доктор технических наук, главный научный сотрудник Института проблем управления им. В.А. Трапезникова. Научные интересы: развитие крупномасштабных систем, управление инвестиционными проектами.
Владимир Викторович ЦЫГАНОВ	Доктор технических наук, профессор, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, главный научный сотрудник Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. Научные интересы: исследование и разработка адаптивных механизмов управления социально-экономическими системами. E-mail: bbc@ipu.ru

Список литературы

¹ Теория управления: словарь системы основных понятий. – М.: ЛЕ-НАНД, 2024. – 128 с.

² Смирнова О.О. Контуры трансформации стратегического планирования в России: от документов к стратегическому управлению // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2020. – Т. 11, № 2. – С. 148–161. – DOI 10.18184/2079-4665.2020.11.2.148-161.

³ Смирнова О.О. Генезис законодательного обеспечения стратегического планирования в России: ключевые изменения в Федеральный закон «О стратегическом планировании в Российской Федерации» // Экономика, предпринимательство и право. – 2024. – Т. 14, № 7. – С. 3323–3340. – DOI 10.18334/epp.14.7.121143.

⁴ Дранко О.И., Смирнова О.О. Индикативное планирование: инструменты моделирования // Труды XIV Всероссийского совещания по проблемам управления (ВСПУ-2024). – Москва, 2024. – С. 3882–3886. ([проверить дубли](#))

⁵ Смирнова О.О. Формирование отечественной модели индикативного планирования // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2020. – Т. 11, № 3. – С. 266–279. – DOI 10.18184/2079-4665.2020.11.3.266-279. ([проверить дубли](#))

⁶ Смирнова О.О. Актуальные проблемы методологии стратегического планирования в России: о формировании системы планирования на основе принципов стратегического планирования // Принципы стратегического планирования: методология и практика. Материалы Всероссийской научно-практической конференции СОПС ВАВТ Минэкономразвития России. – 2018. – С. 8–13.

⁷ Смирнова О.О. Государственное стратегическое планирование. Термины и определения: сборник. – М.: Издательство МНЭПУ, 2015.

⁸ Андриюшкевич О.А. Индикативное планирование в экономиках разного типа // Капитал страны, 2012. ([проверить дубли](#))

⁹ Индикативное планирование // Большая российская энциклопедия : [в 35 т.] / гл. ред. Ю.С. Осипов. – М.: Большая российская энциклопедия, 2004–2017.

¹⁰ Смирнова О.О. Стратегическое индикативное планирование: принципы и возможности применения // Инновации. – 2020. – № 6 (260). С. 17–21. – DOI 10.26310/2071-3010.2020.260.6.00.

¹¹ Смирнова О.О. Основы стратегического планирования Российской Федерации: монография. – М.: Издательский Дом «Наука», 2013. – 302 с. ([проверить дубли](#))

¹² Смирнова О.О. Формирование отечественной модели индикативного планирования // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2020. – Т. 11, № 3. – С. 266–279. ([проверить дубли](#))

¹³ Андриюшкевич О. А. Индикативное планирование в экономиках разного типа // Капитал страны, 2012. ([проверить дубли](#))

¹⁴ Постановление Правительства РФ от 03.12.2009 г. № 985 (ред. от 14.12.2018 г.) «О федеральной целевой программе «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009–2018 гг.».

¹⁵ Ириков В.А. Методы программно-целевого управления, включая бюджетирование, ориентированное на результат: учебно-методическое пособие. – М.: Стелс, 2007. – 80 с. ([проверить дубли](#))

¹⁶ Смирнова О.О. Основы стратегического планирования Российской Федерации: монография. – М.: Издательский Дом «Наука», 2013. – 302 с.

¹⁷ Смирнова О.О. Формирование отечественной модели индикативного планирования // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2020. – Т. 11, № 3. – С. 266–279. – DOI 10.18184/2079-4665.2020.11.3.266-279. ([проверить дубли](#))

¹⁸ Пашенко Ф.Ф., Гусев В.Б., Абдикеев Н.М. и др. Индикативное планирование и управление устойчивым инновационным развитием региона. – М.: РУСАЙН, 2016. – 188 с.

¹⁹ Тимонина И.Л. Япония: опыт регионального развития. – М.: Наука, 1992. – 125 с.

²⁰ Пашенко Ф.Ф., Гусев В.Б., Абдикеев Н.М. и др. Индикативное планирование и управление устойчивым инновационным развитием региона. – М.: РУСАЙН, 2016. – 188 с.

²¹ Ф.Ф. Пашенко, В.Б. Гусев, Н.М. Абдикеев, Н.В. Кузнецов, В.В. Павельев, Н.В. Гринева. Индикативное планирование и управление устойчивым инновационным развитием региона. Москва: РУСАЙН, 2016- 188 с.

²² Смирнова О.О. Формирование отечественной модели индикативного планирования // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2020. – Т. 11, № 3. – С. 266–279. – DOI 10.18184/2079-4665.2020.11.3.266-279. ([проверить дубли](#))

²³ Смирнова О.О. Основы стратегического планирования Российской Федерации: монография. – М.: Издательский Дом «Наука», 2013. – 302 с. ([проверить дубли](#))

²⁴ Дранко О.И., Смирнова О.О. Индикативное планирование: инструменты моделирования // Труды XIV Всероссийского совещания по проблемам управления (ВСПУ-2024), 2024. – С. 3882–3886. ([проверить дубли](#))

²⁵ Dranko, O. The Indicative Plan Models: Industries and Companies // Proceedings of 2024 17th International Conference on Management of Large-Scale System Development (MLSD). – Moscow, Russian Federation, 2024. – P. 1–4.

²⁶ Пащенко Ф.Ф., Гусев В.Б., Абдикеев Н.М., Кузнецов Н.В., Павельев В.В., Гринева Н.В. Индикативное планирование и управление устойчивым инновационным развитием региона. – М.: Русайнс, 2016. – 188 с.

²⁷ Дранко О.И., Логиновский О.В., Шестаков А.А. и др. Эффективное управление организационными и производственными структурами. – М.: ИНФРА-М, 2020. – 450 с.

²⁸ Ириков В.А. Методы программно-целевого управления, включая бюджетирование, ориентированное на результат: учебно-методическое пособие. – М.: Стелс, 2007. – 80 с. ([проверить дубли](#))

²⁹ Дранко О.И., Новиков Д.А., Райков А.Н., Чернов И.В. Управление развитием региона: моделирование возможностей. – М.: ЛЕНАНД, 2023. – 432 с. ([проверить дубли](#))

³⁰ Акинфиев В.К., Цвиркун А.Д. Методы и инструментальные средства управления развитием компаний со сложной структурой активов. М.: ИПУ РАН, 2020. – 307 с. ([проверить дубли](#))

³¹ Акинфиев В.К. Санкции и моделирование финансовой устойчивости компаний // Управление большими системами. – 2022. – Вып. 97. – С. 29–57.

³² Chernov, I., Dranko, O., Guo, M., et al. Scenario Modelling of Country's Region Development with Artificial Intelligence Support / Proceedings of the 12th International Conference on Communication Systems and Network Technologies (CSNT). – Bhopal, India: IEEE, 2023. – P. 653–660.

³³ World Bank (GDP growth (annual %)). – URL: <https://api.worldbank.org/v2/en/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?download-format=excel>. Дата обращения 30.11.2023.

³⁴ Дранко О.И., Смирнова О.О. Индикативное планирование: инструменты моделирования // Труды XIV Всероссийского совещания по проблемам управления (ВСПУ-2024), 2024. – С. 3882–3886. ([проверить дубли](#))

³⁵ Информация для анализа показателей состояния экономической безопасности Российской Федерации. – URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/pok-bezopasn.htm>. Дата обращения 29.07.2024.

³⁶ Cox, D.R. Principles of Statistical Inference. – Cambridge: Cambridge University Press, 2006. – 236 p.

³⁷ Бритва Оккама // Философия: Энциклопедический словарь / под ред. А.А. Ивина. – М.: Гардарики, 2004.

³⁸ Янч Э. Прогнозирование научно-технического прогресса. – М.: Прогресс, 1974. – 585 с.

³⁹ Прогноз // Словарь русского языка: В 4-х т. / под ред. А. П. Евгеньевой. – 4-е изд., стер. – М.: Рус. яз.; Полиграфресурсы, 1999.

⁴⁰ Литвинчук С.Ю. Информационные технологии в экономике. Анализ и прогнозирование временных рядов с помощью Excel: учебное пособие. – Н.Новгород: ННГАСУ, 2010. – 78 с.

⁴¹ Никонова Т.В., Гаптельхаков М.Р., Гильфанов Д.Р. Состояние и проблемы инвестиционной привлекательности региона на примере Республики Татарстан. – Информационный издательский учебно-научный центр «Стратегия будущего», 2017. – С. 157–160.

⁴² Горохов П.К. Толковый словарь по радиоэлектронике. – М.: Рус. яз, 1993. – 246 с.

⁴³ Потенциал // Большая советская энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия. 1969–1978.

⁴⁴ Ириков В.А. Методы программно-целевого управления, включая бюджетирование, ориентированное на результат: учебно-методическое пособие. – М.: Стелс, 2007. – 80 с. (проверить дубли)

⁴⁵ Федеральный закон от 28.06.2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации». (проверить дубли)

⁴⁶ Бурков В.Н., Ириков В.А. Модели и методы управления организационными системами – М.: Наука, 1994. – 270 с.

⁴⁷ Глушков В.М. О системной оптимизации // Кибернетика. – 1980. – № 5. – С.89–90.

⁴⁸ Глушков В.М., Михалевич В.С., Волкович В.Л. и др. Системная оптимизация в многокритериальных задачах линейного программирования при интервальном задании предпочтений. // Кибернетика. – 1983. – № 3. – С. 1–8.

⁴⁹ Михалевич В.С., Волкович В.Л. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем. – М.: Наука, 1982. – 286 с.

⁵⁰ Ириков В.А., Тренев В.Н. Распределенные системы принятия решений. Теория и приложения. – М.: Наука, 1999. – 285 с.

⁵¹ Бурков В.Н., Коргин Н.А., Чу Д.С. Механизмы согласованного планирования // Экономика и менеджмент систем управления. – 2017. – Т.24, № 2.2. – С. 248–254.

⁵² Новиков Д.А., Бурков В.Н., Коргин Н.А. Проблемы комплексирования и декомпозиции механизмов управления организационно-техническими системами // Проблемы управления. – 2016. – № 5. – С. 14–23.

⁵³ Ириков В.А., Новиков Д.А., Тренев В.Н. Целостная система государственно-частного управления инновационным развитием как средство удвоения темпов выхода России из кризиса и посткризисного роста. – М.: МИЭЭ, 2009. – 220 с.

⁵⁴ Зубарев В.В., Ириков В.А., Коргин Н.А. Комплексный подход к построению систем управления инновационным развитием региона: проблемы и пути решения // Проблемы управления. – 2012. – № 1. – С. 26–33.

⁵⁵ Федеральный закон от 28.06.2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации». ([проверить дубль](#))

⁵⁶ Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. – М.: НИЦ Инфра-М, 2024. – 512 с.

⁵⁷ Стратегия национальной безопасности Российской Федерации, утверждена Указом Президента Российской Федерации от 2 июля 2021 г. N 400. ([проверить дубль](#))

⁵⁸ Сводная стратегия развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2030 года и на период до 2035 года, утверждена распоряжением Правительства РФ от 6 июня 2020 г. № 1512-р (в редакции распоряжения Правительства РФ от 9 сентября 2023 г. № 2436 р.). ([проверить дубль](#))

⁵⁹ Стратегическое направление в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности, утверждено распоряжением Правительства РФ от 6 ноября 2021 г. № 3142 р.

⁶⁰ Стратегия развития фармацевтической промышленности Российской Федерации на период до 2030 года, утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 7 июня 2023 г. № 1495 р.

⁶¹ Госпрограмма РФ «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» (утв. постановлением Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. N 303; ГП изменена с 1 декабря 2022 г. - Постановление Правительства России от 22 ноября 2022 г. N 2114).

⁶² Государственная программа РФ «Экономическое развитие и инновационная экономика» (утв. постановлением Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. N 316).

⁶³ Исикава К. Японские методы управления качеством. Сокр.пер. с англ. Под. Ред. А. В. Гличева. – М: Экономика, 1988. – 214 с.

⁶⁴ Ardha, N.B., Riawajanti, N.I., & Haris, Z.A. Fishbone diagram: Application of root cause analysis in internal audit planning // International Journal of Financial, Accounting, and Management. – 2023. – Vol. 5, no. 3. – P. 297–309.

⁶⁵ Sergeev, V.A., Korgin, N.A. Identification of Integrated Rating Mechanisms As An Approach To Discrete Data Analysis // IFAC-PapersOnLine. – 2021. – Vol. 54, iss. 13. – P. 134–139.

⁶⁶ Korgin, N., Sergeev, V. Identification of Integrated Rating Mechanisms on Complete Data Sets / Proceedings of IFIP WG 5.7 International Conference

"Advances in Production Management Systems" (APMS 2021, Artificial Intelligence for Sustainable and Resilient Production Systems). – 2021. – Vol. 630. – P. 610–616.

⁶⁷ Бурков В.Н., Сергеев В.А., Коргин Н.А. Идентификация механизмов комплексного оценивания на основе унитарного кода // Управление большими системами. – 2020. – Вып. 87. – С. 67–85.

⁶⁸ Бурков В.Н., Буркова И.В., Щепкин А.В. Метод синтеза системы комплексного оценивания // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2020. – Т. 20, № 4. – С. 63–73.

⁶⁹ Алексеев А.О. Управление сложными объектами, состояния которых описываются с помощью матричных механизмов комплексного оценивания // Прикладная математика и вопросы управления. – 2020. – № 1. – С. 114–139.

⁷⁰ Алексеев А.О. Комплексное оценивание сложных объектов в условиях неопределенности // Прикладная математика и вопросы управления. – 2019. – № 1. – С. 103–131.

⁷¹ Бурков В.Н., Щепкин А.В., Амелина К.Е. и др. Комплексный механизм управления развитием организации // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2019. – Т. 19, № 3. – С. 79–93.

⁷² Бурков В.Н., Новиков Д.А., Щепкин А.В. Механизмы управления эколого-экономическими системами / под ред. академика С.Н. Васильева. – М.: Издательство физико-математической литературы, 2008. – 244 с. – ISBN 9785-94052-149-5.

⁷³ Левинталь А.Б., Ефременко В.Ф., Гусев В.Б. и др. Комплексное оценивание и планирование развития региона. – М.: ИПУ РАН, 2006. – 52 с.

⁷⁴ Механизмы управления. Управление организацией: планирование, организация, стимулирование, контроль: учебное пособие / под ред. Д.А. Новикова. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: ЛЕНАНД, 2013. – 216 с.

⁷⁵ Семенов И.Б., Чижов С.А., Полянский С.В. Комплексное оценивание в задачах управления системами социально-экономического типа. Препринт. – М.: Институт проблем управления, 1996.

⁷⁶ Анохин А.М., Глотов В.А., Павельев В.В., Черкашин А.М. Комплексное оценивание: принцип бинарности и его приложения. – М.: ИПУ РАН. – 1994. – 38 с.

⁷⁷ Бурков В.Н., Буркова И.В., Коргин Н.А., Щепкин А.В. Модели согласованного комплексного оценивания в задачах принятия решений // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2020. – Т. 20, № 2. – С. 5–13.

⁷⁸ Бурков В.В., Кондратьев В.В., Цыганов В.В., Черкашин А.М. Теория активных систем и совершенствование хозяйственного механизма. – М.: Наука, 1984. – 271 с. (Проверить дубль)

⁷⁹ Малыгин И.Г., Гурлев И.В., Савушкин С.А., и др. Комплекс моделей для управления стратегическим развитием транспортной инфраструктуры Сибири, Дальнего Востока и Российской Арктики в условиях изменения климата. – СПб.: СПбУ ГПС МЧС России, ИПТ РАН, 2023. – 122 с. (Проверить дубль)

⁸⁰ Механизмы управления / Под ред. Д.А. Новикова. – М.: ЛЕНАНД, 2011. – 192 с. (Проверить дубль, возможно обновить год)

⁸¹ Бурков В.Н., Грацианский Е.В., Еналеев А.К., Умрихина Е.В. Организационные механизмы управления научно-техническими программами. – М.: Изд-во ИПУ РАН, 1993. – 64 с.

⁸² Бурков В.Н., Еналеев А.К., Строгонов В.И., Федянин Д.Н. Модели и структура управления разработкой и внедрением инновационных средств и технологий (на примере железнодорожного транспорта) I. Механизмы отбора приоритетных проектов и распределения ресурсов // Управление большими системами. – 2018. – Вып. 74. – С.81–107.

⁸³ Володин А.И., Зюбанов В.З., Кузьмич В.Д. и др. Локомотивные энергетические установки. Учебник для вузов ж.-д. трансп. / под ред. А.И. Володина. – М.: ИПК «Желдориздат», 2002. – 718 с.

⁸⁴ Григорович Д.Н. Использование альтернативных видов топлива и энергоустановок на железнодорожном транспорте // Промышленный транспорт XXI век. – 2012. – № 3 – С.21–24.

⁸⁵ Салащенко О. Альтернативные источники энергии для локомотивов // Локомотив-информ. – 2013. – № 4. – С.20–23.

⁸⁶ Гапанович В.А., Киржнер Д.Л., Коссов В.С. и др. Создание современных локомотивов на сжиженном газе // Локомотив. – 2017. – № 8. – С. 2–9.

⁸⁷ Назаров О.Н. Использование новых источников энергии в тяговом обеспечении // Труды научно-практической конференции «Инновации-2005». – г. Новочеркасск, 2005. – С. 42–44.

⁸⁸ Атомовоз. Поезд на атомной тяге в СССР и России // МИР АЭС. – <https://miraes.ru/atomovoz-poezd-na-atomnoy-tyage-sssr-rossia/> Дата обращения 20.03.2024.

⁸⁹ Лapidус Б.М., Мишарин А.С., Махутов Н.А. и др. О научной платформе стратегии развития железнодорожного транспорта в России до 2050 года // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». – 2017. – № 2 – С. 1–20.

⁹⁰ СТО РЖД 08.005-2011 «Инновационная деятельность в ОАО «РЖД». Порядок оценки эффективности инновационных проектов» (утвержден и введен в действие распоряжением ОАО «РЖД» от 26.06.2012 г. № 1267р).

⁹¹ СТО РЖД 08.007-2011 «Инновационная деятельность в ОАО «РЖД». Управление реализацией научно-технических работ» (утвержден и введен в действие распоряжением ОАО «РЖД» от 26.06.2012 г. № 1267р).

⁹² СТО РЖД 08.015-2011 «Инновационная деятельность в ОАО «РЖД». Порядок рассмотрения инновационных проектов» (утвержден и введен в действие распоряжением ОАО «РЖД» от 26.06.2012 г. № 1267р).

⁹³ Бурков В.В., Кондратьев В.В., Цыганов В.В., Черкашин А.М. Теория активных систем и совершенствование хозяйственного механизма. – М.: Наука, 1984. – 271 с. ([Проверить дубль](#))

⁹⁴ Цыганов В.В. Адаптивные механизмы в отраслевом управлении. – М.: Наука, 1991. – 166 с.

⁹⁵ Цыганов В.В., Бородин В.А., Шишкин Г.Б. Интеллектуальное предприятие. Теория и практика управления эволюцией организации. – М.: Университетская книга, 2004. – 768 с. ([Проверить дубль](#))

⁹⁶ Шульц В.Л., Цыганов В.В. Модернизация системы национальной безопасности. Модели и механизмы федеральной, региональной, муниципальной и корпоративной безопасности. – М.: Наука, 2010. – 212 с.

⁹⁷ Цыганов В.В., Шульц В.Л. Социология общественной безопасности. – М.: Наука, 2014. – 415 с.

⁹⁸ Цыганов В.В., Бородин В.А., Шишкин Г.Б. Интеллектуальное предприятие. Теория и практика управления эволюцией организации. – М.: Университетская книга, 2004. – 768 с. ([Проверить дубль](#))

⁹⁹ Ириков В.А., Новиков Д.А., Тренев В.Н. Целостная система государственно-частного управления инновационным развитием как средство удвоения темпов выхода России из кризиса и посткризисного роста – М.: ИПУ РАН, 2009. – 228 с.

¹⁰⁰ Галушка А.С., Ниязметов А.К., Окулов М.О. Кристалл роста к русскому экономическому чуду. – М.: Издательство «Наше Завтра», 2021. – 360 с.

¹⁰¹ Дранко О.И., Резчиков А.Ф., Степановская И.А. и др. Сценарное моделирование развития страны на основе индикативного планирования // Проблемы управления. – 2024. – № 5. – С. 25–41.

¹⁰² Дранко О.И. Многоуровневая система анализа быстрорастущих организаций // Труды XIV Всероссийского совещания по проблемам управления (ВСПУ-2024). – Москва, 2024. – С. 3887–3892.

¹⁰³ Поспелов Г.С., Ириков В.А., Курдюков А.Е. Процедуры и алгоритмы формирования комплексных программ. – М.: Наука, 1985. – 424 с.

¹⁰⁴ Tsvirkun, A., Dranko, O., and Dvoryashina, M., The Model for Assessing Scenarios for Managing the Economic Development of the Region // Proceedings of 2022 15th International Conference Management of large-scale system development (MLSD). – Moscow, Russian Federation, 2022. – P. 1–5. – DOI: 10.1109/MLSD55143.2022.9934461.

¹⁰⁵ Dvoryashina, M. and Dranko, O. Forecasting Indicators of Region Economic Development using Financial Modeling // Proceedings of 2023 16th International Conference Management of large-scale system development (MLSD). – Moscow, Russian Federation, 2023. – P. 1–5. – DOI: 10.1109/MLSD58227.2023.10303948.

¹⁰⁶ Дранко О.И., Дворяшина М.М. Прогнозирование показателей развития экономики региона с использованием финансового моделирования // Труды Шестнадцатой международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» MLSD'2023. – Москва, 2023. – С. 1121–1128. – DOI: 10.25728/mlsd.2023.1121.

¹⁰⁷ Дранко О.И., Окладников С.М., Благодарный Е.В.. Управление региональным развитием с использованием двухуровневой модели «отрасль – предприятие» // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2022. – Т. 22, № 3. – С. 93–105. – DOI: 10.14529/ctcr220309.

¹⁰⁸ Переход территорий на инновационный сценарий развития. Пример стратегии инновационного развития муниципального образования и системы управления ее реализацией / под ред. В.А. Ирикова. – М.: ИПУ РАН, 2010. – 80 с.

¹⁰⁹ Балашов В.Г., Ириков В.А. Технологии повышения финансового результата. Практика и методы. – М.: МЦФЭР, 2009. – 672 с.

¹¹⁰ Балашов В.Г., Ириков В.А., Иванова С.И. Рост и прорыв в лидеры. Практикум по преодолению кризиса. – М.: Изд-во «Дело» АНХ, 2009. – 336 с.

¹¹¹ Ириков В.А., Тренев В.Н.. Распределенные системы принятия решений. Теория и приложения. – М.: Наука, 1999. – 288 с.

¹¹² Дранко О.И. Модель финансового прогнозирования и сценарии внутренних инвестиций // Проблемы управления. – 2007. – № 2. – С. 37–40.

¹¹³ Birch, D. and Medoff, J. Gazelles. Labor markets, employment policy, and job creation / ed. by L.C. Solomon, A.R. Levenson. – Westview: Boulder, 1994. – P. 159–168.

¹¹⁴ Полунин Ю.А., Юданов А.Ю. Темпы роста компаний и заполнение рыночной ниши // Проблемы прогнозирования. – 2020. – № 2. – С. 101–112.

¹¹⁵ Simon, H. Hidden champions of the twenty-first century: the success strategies of unknown world market leaders. – New York: Springer Nature, 2009.

¹¹⁶ Simon, H. Hidden champions in the Chinese century – Ascent and transformation. – New York: Springer Nature, 2022.

¹¹⁷ Dranko, O.I., Rezhichov, A.F., Tsvirkun, A.D., et al. Fast-Growing Companies Development Control // Proceedings of 2024 XXVII International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM). – Saint Petersburg, Russian Federation, 2024. – P. 151–154. – DOI: 10.1109/SCM62608.2024.10554187.

¹¹⁸ Dranko, O. Fast-Growing Organizations in Russia: Growth versus Sustainability // Proceedings of 2023 16th International Conference Management of large-scale system development (MLSD). – Moscow, Russian Federation, 2023. – P. 1–5. – DOI: 10.1109/MLSD58227.2023.10303895.

¹¹⁹ Дранко О.И., Тароян К.К. Прогнозирование выручки быстрорастущей компании с использованием логистической кривой // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. – 2024. – № 2(24). – С. 84–92. – DOI: 10.30987/2658-6436-2024-2-84-92.

¹²⁰ Дранко О.И., Тароян К.К. О модели прогнозирования выручки организации с быстрым ростом // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2023. – № 4. – С. 66–75. – DOI: <https://dx.doi.org/10.14529/ctcr230407>.

¹²¹ Dranko, O.I., Dvoryashina, M.M., Blagodarnyy, Y.V. The Growth Assessment of Renewable Energy in Russia: the Retrospective Analysis // IFAC-PapersOnLine. – 2022. – Vol. 55, no. 9. – P. 64–69. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.07.012>.

¹²² Akinfiyev, V.K., Dranko, O.I. Modeling Investment Decisions to Increase Renewable Generation // IFAC-PapersOnLine. – 2022. – Vol. 55, no. 9. – P. 59–63. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.07.011>.

¹²³ Государственный информационный ресурс бухгалтерской (финансовой) отчетности. URL: <https://bo.nalog.ru/> Дата обращения 20.10.2024.

¹²⁴ Открытые данные. Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/opendata/> Дата обращения 20.03.2023.

¹²⁵ Васильев М.В., Дранко О.И. Двухуровневая модель прогнозирования доходов крупномасштабной энергетической системы // Датчики и системы. – 2023. – № 2. – С. 71–78.

¹²⁶ Forrester, J. Principles of systems. – Cambridge: Wright Allen Press, 1968.

¹²⁷ Форрестер Д. Мировая динамика. – М.: ООО «Изд-во АСТ», 2003. – 379 с.

¹²⁸ Meadows, D.L. Toward Global Equilibrium; Collected Papers. – Cambridge, Mass.: Whrighgt Allen Press Inc., 1973. – 358 p.

¹²⁹ Резчиков А.Ф., Цвиркун А.Д., Кушников В.А. и др. Методы прогнозной оценки социально-экономических показателей национальной безопасности // Проблемы управления. – 2015. – № 5. – С. 37–44. ([проверить дубли](#))

¹³⁰ Лычкина Н.Н. Ретроспектива и перспектива системной динамики. Анализ динамики развития // Бизнес-информатика. – 2009. – № 3(9). – С. 55–67.

¹³¹ Резчиков А.Ф., Цвиркун А.Д., Кушников В.А. и др. Методы прогнозной оценки социально-экономических показателей национальной безопасности // Проблемы управления. – 2015. – № 5. – С. 37–44. ([проверить дубли](#))

¹³² Цвиркун А.Д., Резчиков А.Ф., Кушников В.А. и др. Модели и методы проверки достижимости целей и выполнимости планов в крупномасштабных системах на примере целей и планов ликвидации последствий наводнения // Автоматика и телемеханика. – 2023. – № 12. – С. 49–63.

¹³³ Яндыбаева Н.В., Кушников В.А. Математические модели, алгоритмы и комплексы программ для мониторинга эффективности образовательной деятельности вуза // Проблемы управления. – 2015. – № 1. – С. 53–62.

¹³⁴ Кушников В.А., Богомолов А.С., Адамович К.Ю. Математическое моделирование динамики показателей безопасности дорожно-транспортной системы региона России // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Математика. Механика. Информатика. – 2018. – Т. 18, № 2. – С. 240–248.

¹³⁵ Резчиков А.Ф., Кушников В.А., Иващенко В.А. и др. Анализ и прогнозирование характеристик безопасности авиационных транспортных систем на основе уравнений системной динамики // Управление большими системами: сборник трудов. – 2016. – Вып. 64. – С. 27–48.

¹³⁶ Bogomolov, A., Rezchikov, A., Kushnikov, V., et al. Modeling of Struggle Processes in the Computer-Related Crime Field // Studies in Systems, Decision and Control. – 2019. – Vol. 199. – P. 396–405.

¹³⁷ Кушников В.А., Богомолов А.С., Малько А.В. Правовая политика в сфере обеспечения информационной безопасности в сети Интернет: моделирование процессов // Юридическая наука и правоохранительная практика. – 2017. – № 2(40). – С. 72–80.

¹³⁸ Ключев В.В., Резчиков А.Ф., Кушников В.А. и др. Математические модели и информационные технологии предотвращения неблагоприятных сочетаний событий в критические периоды развития государства // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2017. – № 2(152). – С. 40–47.

¹³⁹ Bogomolov, A., Dranko, O., Urumbaeva, R. and Kositzyn, A. Approach to Identifying Critical Combinations of Events and Parameters in Complex Systems // Proceedings of 2024 17th International Conference on Management of Large-Scale System Development (MLSD). – Moscow, Russian Federation, 2024. – P. 1–4. – DOI: 10.1109/MLSD61779.2024.10739571.

¹⁴⁰ Богомолов А. С. Предотвращение аварийных комбинаций событий при управлении человеко-машинными системами // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Математика. Механика. Информатика. – 2019. – Т. 19, № 2. – С. 196–206.

¹⁴¹ Богомолов А.С., Иващенко В.А., Кушников В.А. Моделирующий комплекс для анализа критических сочетаний событий в авиационных транспортных системах // Проблемы управления. – 2018. – № 1. – С. 74–79.

¹⁴² Новожилов Г.В., Резчиков А.Ф., Неймарк М.С. и др. Проблемы критических сочетаний событий в системе «экипаж – воздушное судно – диспетчер» // Полет. Общероссийский научно-технический журнал. – 2015. – № 2. – С. 10–16.

¹⁴³ Цвиркун А.Д, Богомолов А.С., Дранко О.И. и др. Модели системной динамики для управления дорожно-транспортной системой мегаполиса // Автоматика и телемеханика. – 2024. – № 10. – С. 65–79.

¹⁴⁴ Цвиркун А.Д, Резчиков А.Ф, Дранко О.И. и др. Оптимизационно-имитационный подход к определению критических комбинаций параметров компаний // Автоматика и телемеханика. – 2024. – № 10. – С. 53–64.

¹⁴⁵ Резчиков А.Ф., Кушников В.А., Иващенко В.А. и др. Предотвращение критических сочетаний событий при сварке роботизированными технологическими комплексами // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2017. – № 4. – С. 60–71.

¹⁴⁶ Канторович Л.В., Горстко А.Б. Математическое оптимальное программирование в экономике – М.: Знание, 1968. – 96 с.

¹⁴⁷ Кантор О.Г., Спивак С.И., Морозкин Н.Д. Параметрическая идентификация моделей с заданными качественными характеристиками // Инженерные технологии и системы. – 2019. – Т. 29, № 4. – С. 480–495.

¹⁴⁸ Спивак С.И., Кантор О.Г., Салахов И.Р. Проблема идентификации модели системной динамики при моделировании численности населения // Труды III международной конференции «Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений» (ITIDS'2015). – Уфа, 2015. – Т. 2. – С. 169–173.

¹⁴⁹ Салахов И.Р. Идентификация модели системной динамики // Вестник Башкирского университета. – 2016. – Т. 21, № 4. – С. 872–876.

¹⁵⁰ Цвиркун А.Д., Акинфиев В.К. Бизнес-план. Анализ инвестиций. Методы и инструментальные средства. М.: Ось-89, 2009. – 320 с.

¹⁵¹ Акинфиев В.К., Цвиркун А.Д. Проблемы управления инвестициями. Программный комплекс «ТЭО-ИНВЕСТ» // Проблемы управления. – 2013. – № 3. – С. 32–40.

¹⁵² Акинфиев В.К. Цвиркун А.Д. Методы и инструментальные средства управления развитием компаний со сложной структурой активов. – М.: ИПУ РАН, 2020. – 306 с. – ISBN 978-5-91450-243-7. ([проверить дубли](#))

¹⁵³ Акинфиев В.К. Управление развитием интегрированных промышленных компаний: теория и практика (на примере черной металлургии). – М.: ЛЕНАНД, 2010. – 224 с.

¹⁵⁴ Akinfiev, V.K. Sanctions and Modeling of the Financial Stability of Companies / Proceedings of the 15th International Conference “Management of Large-Scale System Development” (MLSD’2022). – Moscow, 2022. – P. 1–5. – DOI: 10.1109/MLSD55143.2022.9934397.

¹⁵⁵ Акинфиев В.К. Анализ и управление крупномасштабными проектами и программами в условиях санкций // Труды XIV Всероссийского совещания по проблемам управления (ВСПУ-2024). – Москва, 2024. – С. 3400–3404.

¹⁵⁶ Jevons, W. S. The Coal Question; An Inquiry Concerning the Progress of the Nation, and the Probable Exhaustion of Our Coal Mines. London & Cambridge: Macmillan & Co. – 1895. – 377 p. – URL: <https://archive.org/details/coalquestionani00jevogoog/page/n8/mode/2up>. Дата обращения 21.12.2024.

¹⁵⁷ Ключков В.В., Критская С.С. Прогнозирование долгосрочных экономических последствий введения санкций против российской высокотехнологичной промышленности (на примере гражданского авиастроения) // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2014. – № 41 (278). – С. 14–25.

¹⁵⁸ Alchian, A. Reliability of Progress Curves in Airframe Production // *Econometrica*. – 1963. – Vol. 31, No. 4. – P. 679–694.

¹⁵⁹ Bencard, C.L. A Dynamic Analysis of the Market for Widebodied Commercial Aircraft // *Review of Economic Studies*. – 2004. – Vol. 71, No. 3. – P. 581–611.

¹⁶⁰ Wright, T.P. Factors Affecting the Cost of Airplanes // *Journal of the aeronautical sciences*. – 1936. – Vol. 3. – No. 4. – P. 122–128.

¹⁶¹ Ключков В.В., Горшкова И.В., Молчанова Е.В. Авиатранспорт в малонаселенных регионах: оценка затрат и эффективности инновационных технологий // Региональная экономика: теория и практика. – 2014. – № 3 (330). С. 58–68.

¹⁶² Ключков В.В., Нижник М.В., Русанова А.Л. Прогнозирование экономической эффективности создания новых видов скоростного пассажирского транспорта // Проблемы прогнозирования. – 2009. – № 3. – С. 58–76.