Глава 2. Разработка когнитивных моделей прогнозирования развития социальноэкономических систем на примере России

2.1. Разработка когнитивной модели прогнозирования развития системы трудовой деятельности на примере России

Ключевым фактором, влияющим на рост человеческого капитала, как показано выше, служит образование. При этом вклад работников в ВВП страны сильно зависит от времени их эффективного обучения. Данная зависимость представляет собой экспоненту, причем «образовательная экспонента» имеет вид (1.31).

Образование само по себе не влияет на величину ВВП, но способствует росту производительности труда, а она влияет на увеличение ВВП. Однако производительность труда зависит и от других факторов, в том числе от организации труда и производительности оборудования. И это приводит к тому, что в России, при высоком уровне образования работников, величина ВВП на душу населения относительно мала²¹⁸. Система взаимосвязанных факторов, влияющих на трудовую деятельность, весьма сложна и смоделировать ее с использованием традиционных математических методов вряд ли возможно.

Для системного исследования взаимодействия различных факторов в этой сфере экономической деятельности, влияющих на уровень ВВП на душу населения страны, была использована технология когнитивного моделирования сложной слабоструктурированной системы, включая ее динамические аспекты.

Целью представленного в этом разделе исследования является поиск системных возможностей увеличения ВВП на душу населения России путем роста эф-

²¹⁸ Причина О.С., Орехов В.Д., Щенникова Е.С. Управление персоналом и инновациями на основе использования образовательных технологий. М., Юр-ВАК. Проблемы экономики и юридической практики № 2, 2017. С. 77–81.

фективности использования человеческого капитала с применением методологии когнитивного анализа.

2.1.1. Методика исследования

Система труда, как и многие другие социально-экономические системы, является слабоструктурированной. Моделирование таких систем, как правило, осуществляется на качественном уровне. В связи с этим моделирование ее динамического поведения под влиянием управленческих воздействий с использованием количественных подходов вряд ли возможно. Качественные же методы не могут обеспечить адекватность результатов.

Однако существует возможность ранжировать параметры модели за счет опроса экспертов. Это делает реальным моделирование сложившихся причинно-следственных связей, закономерностей и тенденций трудовой деятельности работников с использованием когнитивного метода.

Формирование нечёткой когнитивной матрицы^{219, 220} дает возможность формализовать взаимосвязи исследуемой системы. Затем можно моделировать альтернативные варианты поведения этой системы при воздействии различных управляющих факторов, что позволяет получить варианты прогнозов развития системы. Чтобы получить информацию о компонентах и связях изучаемой слабоструктурированной системы, необходимо использовать субъективную информацию о ней от экспертов. Далее она обрабатывается с привлечением алгоритмов «здравого смысла», а также интуиции.

В рамках применяемой методики можно выделить следующие этапы исследования:

Saaty, Thomas L. Relative Measurement and its Generalization in Decision Making: Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors — The Analytic Hierarchy/Network Process. RACSAM (Review of the Royal Spanish Academy of Sciences, Series A, Mathematics) 102 (2), 2008-06. — P. 251–318.

Коростелев Д.А. Система поддержки принятия решений на основе нечетких когнитивных моделей «ИГЛА» / Д.А. Коростелев, Д.Г. Лагерев, А.Г. Подвесовский // Одиннадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2008 (28 сентября — 3 октября 2008 г., г. Дубна, Россия): Труды конференции. В 3 т. Т. 3. М.: ЛЕНАНД, 2008. С. 329–336.

- 1. Подготовка списка концептов, существенных для включения в модель трудовой деятельности.
- 2. Обоснованный выбор величины каждого концепта по отношению к максимальному по величине.
- 3. Обработка с помощью экспертной системы представлений экспертов о системе с целью кодификации причинно-следственных связей концептов и снижения фактора субъективизма в процессе построения когнитивной матрицы взаимосвязей в исследуемой системе трудовой деятельности.
- 4. Моделирование системных параметров когнитивной матрицы в статическом состоянии и установление консонанса (степени доверия) к изучаемой модели трудовой деятельности.
- 5. Динамическое моделирование развития системы под воздействием управленческих импульсов.

Поведение моделируемой системы трудовой деятельности людей, применительно к России, рассчитывалось с использованием экспертной системы поддержки принятия решений «ИГЛА»²²¹.

2.1.2. Ключевые факторы эффективной трудовой деятельности

Обоснование выбора комплекса факторов

На начальном этапе работы были сформированы четыре группы факторов макроокружения, являющихся СТЭП-факторами. Их перечень дан в таблице 2.1. В той же таблице указан начальный уровень концептов — L (в квартилях: 1 — низкий, 2 — средний, 3 — высокий).

Далее будут рассмотрены более подробно 22 концепта данной системы по их состоянию в 2018 году в России, по отношению к уровню передовых развитых стран. Среди основных источников информации о состоянии данной системы «индекс глобальной конкурентоспособности» (далее — индекс). Представлен-

²²¹ Там же.

The Global Competitiveness Report 2017-2018. World Economic Forum. URL: http://reports.weforum.org/global-competitiveness-index 2017-2018.

ные в индексе оценки переведены в 5-балльную из 7-балльной шкалы умножением на 5/7. Также для оценок использовались данные, представленные в работах^{223, 224, 225} и др.

Таблица 2.1. **Уровни факторов трудовой деятельности**

№	Факторы	L	№ Факторы			
	Социальные факторы		12	Изношенность основных фондов	3	
1	Человеческий капитал	2	13	2		
2	Уровень образования персонала	2		стабильность		
3	Стимулы к образованию	2	14 Финансовые институты и рынки			
4	Деловое образование	2	15 Расходы на науку			
	Технологические факторы		16	Глобализация	2	
5	Производительность труда	1	17	Расходы на систему ВПО	1	
6	Инфраструктура	1	18	Уровень безработицы	2	
7	Инновационная деятельность	1		Политические факторы		
8	Научно-технический прогресс	2	19	Стратегические программы	2	
9	НИОКР	2	20	Межстрановые барьеры	2	
	Экономические факторы		21	Затраты на обороноспособность	2	
10	ВВП на душу населения	2	22	Институты социально-трудовые	2	
11	Природные ресурсы	3				

Из таблицы 2.1 следует, что представленные факторы охватывают значительную часть аспектов социально-экономического развития страны с акцентом на производственную и трудовую деятельность. В явном виде отсутствуют факто-

106 -----

²²³ Мировая глобализация. ICC Russia. 2018.

²²⁴ Стратегия инновационного развития России на период до 2020 года. Распор. Правительства РФ № 2227-р от 8 дек. 2011 г. URL: http://minsvyaz.ru/common/upload/2227-pril.pdf

²²⁵ Производительность труда в Российской Федерации. Аналитический центр при Правительстве РФ, Социальный бюллетень. № 9, 2017. URL: http://ac.gov.ru/files/publication/a/13612.pdf

ры здравоохранения, однако они в значительной мере включены в концепт — социально-трудовые институты. В числе концептов присутствуют как экономические, так и социальные факторы, связанные, прежде всего, с человеческим капиталом.

Предварительный список концептов (факторов) составлялся методом мозгового штурма, с привлечением экспертов. Систематизация факторов показала, что они хорошо структурируются по известному СТЭП-принципу (социальные, технологические, экономические, политические), характеризующему внешнее окружение.

Социальные концепты

- 1. *Человеческий капитал* (ЧК). В национальном богатстве России доля ЧК равна примерно 50 %, что ниже, чем в развитых странах, но выше, чем в развивающихся²²⁶, поэтому отнесем его к средним по уровню.
- 2. Уровень образования персонала. По доле работников, имеющих профессиональное образование²²⁷ (~58%), Россия впереди большинства стран. Однако по данным индекса²²⁸ «Высшее образование и профессиональная переподготовка» он оценен в 3,6 балла. Это связано с тем, что в процессе обучения слушатели в недостаточной мере осваивают современное технологическое оборудование. Поэтому отнесем этот фактор к среднему уровню.
- 3. Стимулы к образованию. Учащиеся школ, как правило (80%), планируют учиться в высших учебных заведениях. При этом значительная часть школьников не очень мотивирована учиться. В 9-м классе только 60% из них интересуются учебой²²⁹. Следовательно, стимулы к образованию тоже средние.

²²⁶ Корицкий А.В. Влияние человеческого капитала на экономический рост. — Новосибирск, НГАСУ (Сибстрин), 2013.

²²⁷ Двенадцать решений для нового образования. Доклад центра стратегических разработок и ВШЭ. М., 2018. URL: https://www.hse.ru/data/2018/04/06/1164671180/Doklad_obrazovanie_Web.pdf

The Global Competitiveness Report 2017-2018. World Economic Forum. URL: http://reports.weforum.org/global-competitiveness-index. 2017-2018.

²²⁹ Двенадцать решений для нового образования. Доклад центра стратегических разработок и ВШЭ. М., 2018.

4. Деловое образование. Сейчас в России работает порядка 50 школ бизнеса. Степень МВА получили около 90 тыс. чел. В рамках Президентской программы подготовки кадров прошли обучение более 100 тыс. менеджеров. Всего это около 2% управленцев, поэтому отнесем деловое образование к уровню ниже среднего.

Технологические концепты

- 1. *Производительность труда*. По итогам 2015 года, по словам Д. Медведева, производительность труда меньше, чем в странах ОЕСD, примерно вдвое. Она равна 23 \$/час. на специалиста в ценах 2010 года по ППС²³⁰. Отнесем производительность труда к низкому уровню.
- 2. *Инфраструктура*. Согласно индексу, имеет оценку 3,5, поэтому отнесем концепт к низкому уровню.
- 3. *Инновационная деятельность*. Согласно индексу, «Инновационный потенциал» оценивается крайне низко 1,8, поэтому отнесем концепт к низкому уровню.
- 4. *НТП* (научно-технический прогресс) не носит в России активного характера, однако в сферах, связанных с ядерными и ракетными технологиями, обороноспособностью страны, и в некоторых сверах ИТ-технологий он достаточно энергичный. Отнесем НТП к среднему уровню.
- 5. *НИОКР*. После кризисных лет состояние НИОКР в России значительно ухудшилось. Однако число ученых на душу населения высокое, даже по меркам развитых стран. Относительно активная научная деятельность ведется в сферах оборонной промышленности и ядерных технологий. Поэтому отнесем НИОКР к среднему уровню.

Экономические концепты

1. ВВП на душу населения по ППС в 2017 году составил, по данным МВФ, в тысячах долларов США: Китай — 17, Россия — 28, США — 59. Поэтому величину ВВП на душу населения в России можно отнести к среднему уровню.

 $^{^{230}}$ — Россия и страны — члены Европейского союза. 2017: М., Стат. сб. /Росстат РФ, 2017.

- 2. *Природные ресурсы*. По природным ресурсам Россия является одной из самых богатых стран. По оценке World Bank, в конце 2000 года природный капитал РФ составлял 24 трлн долл.²³¹. На каждого жителя страны приходилось 167 тыс. долл. Это приближенно в шесть раз больше, чем годовой ВВП на душу населения. Поэтому отнесем Россию к богатым природными ресурсами странам.
- 3. *Износ основных фондов*. К 2014 году уровень износа основных фондов в России составил 48%²³². Поэтому отнесем износ основных фондов в России к высокому уровню.
- 4. *Макроэкономическая стабильность*. Этот пункт имеет, согласно индексу, оценку 3,6, то есть среднюю. На макроэкономическую стабильность негативное влияние оказывает нестабильность цен на нефть и международные санкции. Однако значительные запасы в Фонде национального благосостояния и низкая задолженность позволяют отнести его к средним по величине.
- 5. *Финансовые институты и рынки*. Данный параметр, согласно индексу, имеет низкую оценку 2,4, поэтому отнесем его к низкому уровню.
- 6. *Расходы на науку*. Затраты на науку в 2016 году составили 1,1% ВВП²³³. В США, для сравнения, 2,8%. Такой уровень затрат отнесем к низкому.
- 7. Глобализация. Большинство новых технологий (80%) в настоящее время в мире создают транснациональные компании²³⁴. В мире среди 500 наиболее успешных ТНК: 203 из США, 105 европейские, 109 японские и только 2 российские. Вместе с тем ряд этих компаний работает в России. Со вступлением РФ в ВТО их деятельность активизировалась. Поэтому отнесем фактор к среднему, негативному уровню.
- 8. Расходы на систему ВПО (высшее профессиональное образование). Финансирование ВПО в России составляет около 1% от ВВП. На обучение одного

²³¹ Корицкий А.В. Влияние человеческого капитала на экономический рост. — Новосибирск, НГАСУ (Сибстрин), 2013.

²³² Россия и страны — члены Европейского союза 2017: М., Стат. сб. /Росстат РФ, 2017.

²³³ Там же.

²³⁴ Мировая глобализация. ICC Russia. 2018.

студента тратится в год около 7500 долл.²³⁵. Это примерно в 2 раза меньше, чем в Японии. Поэтому этот концепт отнесем к низкому уровню.

9. *Уровень безработицы*. В численности трудовых ресурсов России в 2015 году доля безработных составила 5,6%. В мире в среднем в 2017 году уровень безработицы составляет 5,6%²³⁶. Поэтому отнесем этот концепт к среднему уровню.

Политические концепты

- 1. Стратегия инновационного развития России на период до 2020 года». Также разрабатывается программа социально-экономического развития до 2030 года: «Стратегия—2030». Вместе с тем уровень реализации стратегических программ не высокий, поэтому отнесем концепт к средним по уровню.
- 2. Межстрановые барьеры приобретения знаний и технологий. Получение знаний и технологий от развитых стран происходит в недостаточной мере для реализации программы догоняющего развития. Введены различные санкции, которые затрудняют получение доступа к знаниям и технологиям. Однако завершение эпохи однополярного мира и развитие каналов коммуникации способствуют уменьшению барьеров. Отнесем их к средним, негативным.
- 3. Затраты на обороноспособность. Обладание богатыми природными ресурсами в существующем мировом окружении вынуждает Россию создавать оборонный потенциал. Поэтому затраты на обороноспособность достаточно велики и составили в 2017 году 69,2 млрд долл. 237 или 5,3% ВВП. Для сравнения, в США они составляют 611 млрд долл. или 3,3% ВВП. Однако отрасли науки и техники, которые связаны с обороноспособностью, достаточно стабильно развиваются в стране. Фактор относится к среднему, негативному уровню.

OECD «Education at a glance 2017.

 $^{^{236}}$ Россия и страны — члены Европейского союза 2017: М., Стат. сб. /Росстат РФ, 2017.

²³⁷ Расходы России на оборону приблизились к \$70 млрд. Известия. URL: https://iz.ru/670905/alina-evstigneeva-aleksei-ramm/raskhody-rossii-na-oboronu-priblizilis-k-70-mlrd

4. *Институты* социально-трудовые. Индекс оценивает качество институтов как низкое (2,6 балла). Однако индекс характеризует, преимущественно, важные для бизнеса институты. В рассматриваемом случае более важны институты, которые поддерживают социально-трудовые отношения. К ним относятся институты профессионального образования, занятости, найма, увольнения и оплаты труда, а также пенсионного обеспечения. Они развиты в России достаточно хорошо. Поэтому отнесем параметр к среднему уровню.

2.1.3. Когнитивное моделирование трудовой деятельности

На этом этапе разработки модели трудовой деятельности были установлены и кодифицированы связи между концептами. Был также определен их уровень с использованием шкалы: 1,0; 0,75; 0,5; 0,25; 0;-0,25; 0,5; 0

На основе кодифицированных взаимосвязей²³⁸ с помощью компьютерной системы поддержки принятия решений ИГЛА — «Интеллектуальный Генератор Лучших Альтернатив»²³⁹ была подготовлена нечеткая когнитивная карта (матрица) — FCM (таблица 2.2), которая отражает причинно-следственные взаимосвязи между концептами. Сила связи выражена в квартилях.

²³⁸ Мельник М.С., Орехов В.Д., Причина О.С. Моделирование тенденций и закономерностей трудовой деятельности в России: когнитивный подход. М., Юр-ВАК. Проблемы экономики и юридической практики. 2018. № 3. С. 94–101.

Коростелев Д.А. Система поддержки принятия решений на основе нечетких когнитивных моделей «ИГЛА» / Д.А. Коростелев, Д.Г. Лагерев, А.Г. Подвесовский // Одиннадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2008 (28 сентября — 3 октября 2008 г., г. Дубна, Россия): Труды конференции. В 3 т. Т. 3. — М.: ЛЕНАНД, 2008. С. 329–336.

 Таблица 2.2.

 Когнитивная карта трудовой деятельности (квартили)

	Концепты, на которые оказывается воздействие																					
Воздействующие концепты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1. Человеческий капитал										3												
2. Уровень образования персонала	3				3		2											-1				
3. Стимулы к образованию		3		2																		
4. Деловое образование					3		2															
5. Производительность труда										3												
6. Инфраструктура	1				3																	
7. Инновационная деятельность								3														
8. НТП					3														3			
9. НИОКР								3			1								1			
10. ВВП на душу населения						3						-3										2
11. Природные ресурсы										3												
12. Изношенность основных фондов			-3		-3					-3												
13. Макроэкономическая стабильн.							2							3				-2				3
14. Финансовые институты и рынки							3					-2										
15. Расходы на науку									3													
16. Глобализация						2	2													-2		
17. Расходы на систему ВПО		3																				
18. Уровень безработицы			2							-2												
19. Стратегические программы						2						-3			3		3					3
20. Межстрановые барьеры										-3						1						-3
21. Затраты на обороноспособность									2				3									
22. Институты социально-трудовые	3					2												-2				

На базе когнитивной карты была рассчитана матрица когнитивного диссонанса, которая представляет уровень недоверия к концептам FCM. Матрица показывает, что когнитивная карта характеризуется низким диссонансом, среднее значение которого равно 26%. Наибольший диссонанс влияния концептов на систему фиксируется по уровню безработицы — 65% и 62% по институтам социально-трудовым. Максимальный диссонанс влияния системы на концепты наблюдается среди образовательной группы, в частности уровень образования персонала — 47%, деловое образование — 51% и стимулы к образованию –53%. В основном когнитивная карта обладает невысоким диссонансом. В противоположность диссонансу консонанс демонстрирует уровень доверия к концептам. Альфа-срез взаимного консонанса на уровне отсечения 90% приведен на рис. 2.1.

Альфа-срез консонанса FCM визуализирует взаимовлияние концептов, для которых уровень консонанса больше 90%, то есть доверие имеет очень высокий уро-

вень. Важно, что в их числе присутствуют важнейшие концепты данной системы: инновационная деятельность, стратегические программы, НТП, НИОКР, расходы на науку и ВПО, а также изношенность основных фондов.

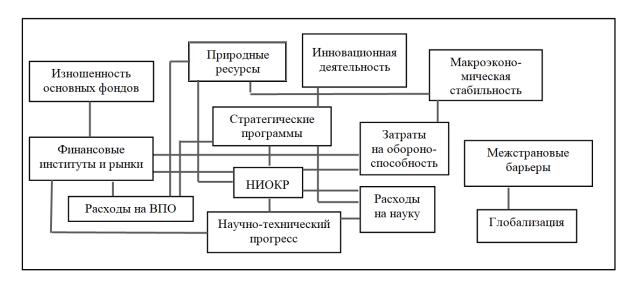


Рис. 2.1. Альфа-срез взаимного консонанса, уровень отсечения 90%

Рассмотрение положительной транзитивно-замкнутой матрицы позволяет выявить экстремальные концепты. В наибольшей степени влияют на другие факторы: стратегические программы — среднее значение (ср.) — 36%, НТП — 31% и НИОКР — 28%. Положительное влияние в наибольшей мере направлено на такие концепты, как ВВП — среднее значение 45% и производительность труда — 47%. При этом средний уровень влияния по матрице составляет 22%.

Альфа-срез для взаимного влияния концептов при уровне отсечения 75% представлен на рис. 2.2 (здесь отрицательные связи обозначены пунктирной линией, а взаимно-отрицательные влияния показаны курсивом, в отличие от взаимно-положительных). Взаимно-положительное влияние изучаемых СТЭП-групп на целевой фактор представляет собой систему сложившихся устойчивых макро-экономических взаимосвязей, определяющих меру увеличивающейся организованности — ВВП на душу населения.

Анализ рис. 2.2 дает возможность выделить основные узлы прямого влияния на целевой концепт — ВВП на душу населения, а именно три взаимно-положительных и два взаимно-отрицательных. Среди них следующие:

- человеческий капитал (подфакторы: уровень образования персонала и институты социально-трудовые);
 - природные ресурсы;
- производительность труда (HTП, инфраструктура, деловое образование, изношенность основных фондов);
 - изношенность основных фондов (стратегические программы);
 - межстрановые барьеры получения знаний и технологий.

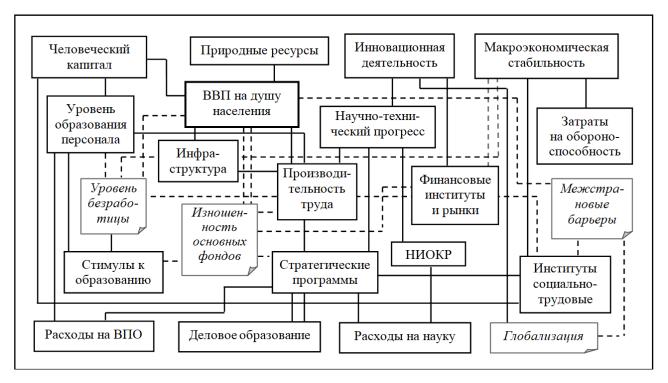


Рис. 2.2. Схема взаимного влияния концептов FCM

Узловые концепты, в принципе, могут быть изменены. Менее всего можно изменить природные ресурсы за счет развития новых технологий добычи, переработки и транспортировки. Также маловероятно изменение межстрановых барьеров.

Взаимно-положительное влияние (рис. 2.2) на «ВВП на душу населения», который является целевым показателем макроэкономической политики — взаимосвязанных отношений СТЭП-подсистем, характеризуется:

 целесообразностью функционирования, задающего активное направление для устойчивого роста системы управления макроэкономическими показателями: человеческим капиталом, ВВП на душу населения, научно-техническим прогрессом и др.;

114 ------

- целостностью макроэкономической политики России, способной проявить себя как единое целое, обладающее набором общих свойств зависимости ВВП от развития макрогенерации, неприсущих ни одной из подсистем;
- групповым институциональным разнообразием, а значит, устойчивостью макроэкономического комплекса к временным кризисным циклам, что позволяет в дальнейшем прогнозировать увеличение темпов роста ВВП на душу населения;
 - взаимосвязанностью и структурированностью.

Взаимно-отрицательные влияния на макроэкономическую динамику концептов трудовой деятельности (рис. 2.2) показывают нарушение диалектики приоритета частей и целого, в частности: рассогласованности поведения целого — макроэкономики (стратегические программы развития) и его частей — микроэкономики (высокий уровень изношенности основных фондов, приводящих к отраслевым кризисам). Это приводит к снижению производительности труда, а в конечном счете к эффективности производства и, следовательно, жизненного уровня.

2.2. Когнитивное моделирование динамического развития системы трудовой деятельности России

«Общая сверхзадача всех россиян заключается в достижении мощного рывка в развитии страны в соответствии с приоритетными мировыми трендами»²⁴⁰, считает Президент России В.В. Путин. Он отметил среди направлений, которые должен затронуть этот рывок, обеспечение темпов роста экономики России и придание ей инновационного характера, а также развитие здравоохранения, образования, производства и инфраструктуры.

Задача подготовки и осуществления такого рывка крайне сложна²⁴¹, поскольку требует учета влияния большого числа разнообразных факторов, некоторые из которых сложно считать однозначными.

²⁴⁰ Путин назвал сверхзадачей россиян рывок в развитии страны. Информ. агентство России TACC. 31.01.2017. URL: http://tass.ru/politika/4915051

²⁴¹ Экономический рывок может превратиться в «нырок». Независимая газета. 11 июня 2018 г. URL: http://www.ng.ru/economics/2018-03-20/1_7193_nurok.html

Данная работа является продолжением представленных выше исследований по разработке когнитивной модели прогнозирования развития системы трудовой деятельности на примере России²⁴². Результаты исследований, полученных в стационарном режиме (раздел 2.1) с учетом стоящих перед Россией задач, рассмотрим и в динамике. Хотя изначально задача ставилась в отношении трудовой деятельности, но из-за ключевой роли человеческого капитала она вобрала в себя большинство аспектов, влияющих на социально-экономическое развитие страны, которые были отмечены в речи Президента России.

Для эффективного применения разрабатываемых решений по адаптации российского рынка труда к растущим требованиям глобализации и неопределенности, определения параметров разрабатываемой стратегии авторами применен программно-целевой подход. Разработка альтернативных вариантов стратегических программ проведена посредством использования экономико-математического метода — технологии когнитивного моделирования. Представленные в разделе 2.1. исследования, как в рамках программно-целевого, так и в рамках органического подхода, позволили авторам выбрать список тех факторов, которые обеспечивают наибольшую эффективность решения задачи — достижение целевых параметров ВВП на душу населения (ВВП/Д).

В целом исследование управляемых экономических процессов базируется на подходах общей теории управления, согласно которой система социально-экономического развития страны развивается циклически — с периодичностью (в зависимости от детализации) от четырех до шестнадцати этапов развития.

В рамках управленческого цикла присутствуют следующие классические (идущие от методов научной организации труда) этапы:

1. Сбор информации (в нашем случае — формирование списка концептов, отражающих проблемную область фактического состояния социально-экономической системы в целом).

116 -----

²⁴² Мельник М.С., Орехов В.Д., Причина О. С. Моделирование тенденций и закономерностей трудовой деятельности в России: когнитивный подход. Проблемы экономики и юридической практики. 2018. № 3. С. 94–101.

- 2. Комплексный анализ оценки собранных показателей с учетом взаимосвязанных (взаимозависимых) факторов макроэкономической динамики и принуждающих связей.
- 3. Построение системы сценарных альтернатив и их оценка (имеющийся опыт показал, что в системах поддержки принятия решений оптимально разрабатывать варианты развития стратегических сценариев и нестандартных управленческих решений с ориентацией на сохранение механизма функционирования социально-экономической системы).
- 4. Проведение ситуационного контроля за развитием процесса под задающим управляемым воздействием.

В разделе 2.1. были выполнены первые два этапа полного цикла работ. В данном разделе более детально будут представлены результаты, полученные при динамическом моделировании развития системы с воздействием на систему управляющих концептов.

Целью исследования, выполненного в данном разделе, является разработка когнитивной модели развития социально-экономической системы трудовой деятельности России и изучение на ее основе системных возможностей роста ВВП на душу населения путем осуществления рывка в темпах подъема экономики.

2.2.1. Поиск лучшего сценария развития системы

В качестве целевого параметра при динамическом моделировании развития системы был выбран ВВП/Д с целевым значением — высокий уровень. В качестве управляемых параметров использовались следующие концепты: деловое образование, активность инновационной деятельности, расходы на систему ВПО и наличие стратегических программ.

Алгоритм выбора лучшего сценария управленческого решения по целевой функции включал в себя²⁴³:

- 117

²⁴³ Солодуха П.В., Орехов В.Д., Селиванов С.В. Динамическое моделирование тенденций социально-экономического развития в сфере трудовой деятельности в России. М., Юр-ВАК. Проблемы экономики и юридической практики. 2018. № 4. С. 78–82.

- 1. Задание случайного начального управленческого импульса, созданного управляющими концептами системы.
- 2. Расчет изменения значений всех концептов системы за каждый шаг по условному времени с учетом имеющихся сил связей системы.
- 3. Расчет изменения значений концептов системы в течение следующих 40 шагов условного времени развития системы.
 - 4. Фиксация конечного состояния концептов системы.
- 5. Определение степени достижения целевого параметра в данной альтернативе.
 - 6. Перебор альтернатив с различными начальными воздействиями.
- 7. Сравнение различных альтернатив по степени достижения целевого показателя и времени, за которое он достигнут.
 - 8. Выбор наилучших альтернатив.
- 9. Фиксация параметров начального управленческого импульса для лучших альтернатив.
- 10. Выявление концептов начального управленческого импульса, которые наиболее быстро позволяют достигнуть целевого уровня.

В результате динамического моделирования были получены 255 недоминирующих альтернатив и выбраны две наилучшие: Альт. 167 и Альт. 63. Параметры управляющих концептов по результатам начального импульса данных альтернатив приведены в таблице 2.3. Видно, что альтернативы принципиально различаются по начальному импульсу управляющих концептов. Так, в Альт. 167 только концепт «стратегические программы» получает максимальный импульс, а в Альт. 63 — максимальны три управляющих концепта, а концепт делового образования даже уменьшается против своего начального значения. Но обе альтернативы стартуют с момента резкого увеличения уровня стратегических программ.

118 -----

Таблица 2.3. Параметры наилучших альтернатив

Управляющие концепты	Альт. 167	Альт. 63
Стратегические программы	Высокий	Высокий
Активность инновационной деятельности	Выше среднего	Высокий
Расходы на систему ВПО	Ниже среднего	Высокий
Деловое образование	Выше среднего	Очень низкий
Результат: ВВП на душу населения	100%	100%
Число шагов до достижения целевого уровня	10	10

Так как при динамическом моделировании был задан только один целевой концепт (ВВП на душу населения), то нужно отследить, какого конечного уровня достигают другие концепты в процессе перехода системы на стационарный режим. Анализ показал, что большинство концептов достигают в стационарном режиме (шаг 12) значений, близких к желательным, в том числе такой важный, как человеческий капитал. Единственным исключением является деловое образование, которое в Альт. 63 сохраняет уровень «ниже среднего» (37%), а в Альт. 167 — 97%.

Из концептов отрицательного влияния два значительно снижаются: безработица (до 17%) и изношенность основных фондов (до 13%). Межстрановые барьеры остаются на прежнем уровне (50%), а затраты на обороноспособность увеличиваются с 50% до 71%. Несколько параметров не достигают 100% уровня, а именно: стимулы к образованию — 83%, инфраструктура — 64%, макроэкономическая стабильность — 83%, финансовые институты и рынки — 70%, что достаточно хорошо соответствует возможностям воздействия на эти концепты.

Такая согласованность полученных результатов с желательным и реально возможным состоянием системы косвенно подтверждает корректность разработанной когнитивной матрицы.

На рис. 2.3 показано изменение управляющих и целевых концептов в Альт. 167. На начальном этапе наиболее быстро растет величина концепта стратегических программ. Затем быстро возрастают расходы на систему ВПО, а следом — инновационная деятельность. После трех шагов начинает быстро увеличиваться ВВП/Д.

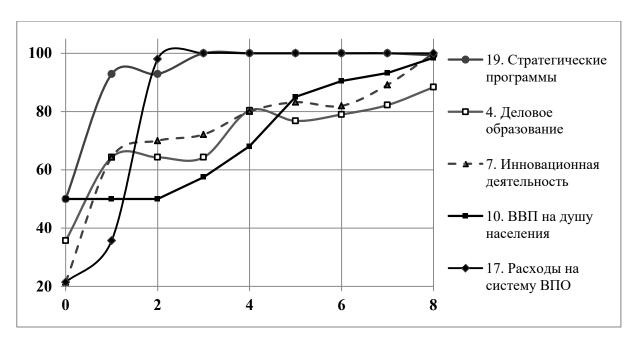


Рис. 2.3. Динамика управляющих и целевого концепта (Альт. 167)

На первом шаге по условному времени значения концептов получают управляющий импульс, и далее быстро происходит дальнейшее изменение управляющих концептов, а затем и рост ВВП/Д, который к 10-му шагу достигает целевого значения.

На рис. 2.4 дана динамика ряда важных концептов, которые связаны с производительностью труда (Альт. 167). Быстрее других происходит рост параметра, связанного со стратегическими программами, затем — уровень образования, далее — ЧК.

Наиболее медленно растут ВВП/Д и производительность труда, при этом они растут приблизительно с той же скоростью, с которой снижается изношенность основных фондов (приблизительно на 30% за 4 шага условного времени). Таким образом, именно изношенность основных фондов в наибольшей мере может тормозить реализацию стратегических планов развития.

На рис. 2.5 представлена динамика ряда концептов в Альт. 167, связанных с НТП и социально-трудовыми отношениями. Наиболее быстро растут расходы на науку, за ними возрастает скорость роста концептов НИОКР и НТП. Более медленно растут стимулы к образованию и социально-трудовые институты, а уровень безработицы монотонно падает.

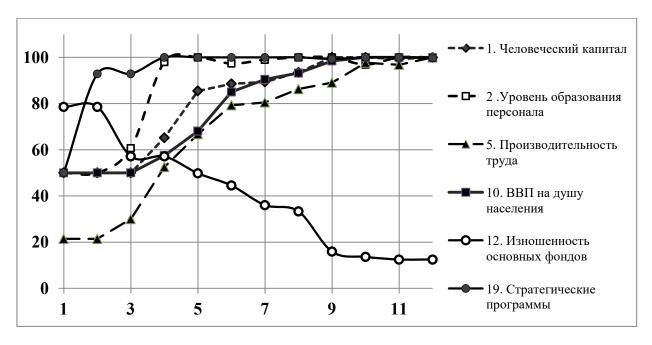


Рис. 2.4. Изменение основных параметров развития системы (Альт. 167)

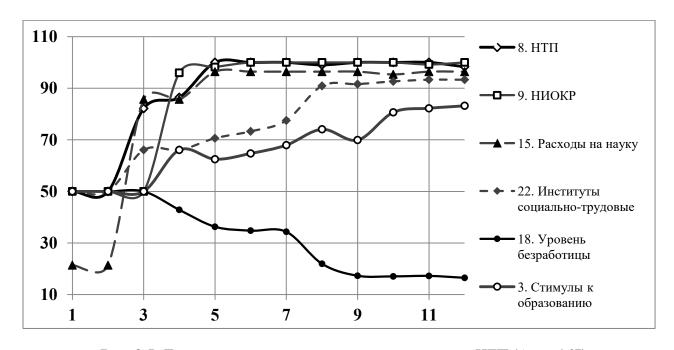


Рис. 2.5. Динамика социально-трудовых параметров и НТП (Альт. 167)

В Альт. 63, в отличие от Альт. 167, деловое образование не растет, а падает, и производительность труда растет более медленными темпами. Динамика остальных концептов примерно такая же, как и в Альт. 167, включая и рост ЧК и ВВП/Д.

Динамическое моделирование взаимодействия концептов показало, что лучшие варианты достижения целевого параметра (ВВП/Д — высокий) связаны

с первоочередным развитием уровня стратегических программ. В числе первых необходимо развитие инновационной деятельности и развитие НИОКР, включая повышение расходов на науку. Оптимальный вариант развития достигается при комплексном воздействии управляющих факторов.

По мере реализации программы роста ВВП на душу населения критически важно обеспечить снижение уровня изношенности основных фондов.

Данные исследования проводились при достаточно сильном изменении управляющих факторов с тем, чтобы выявить ключевые параметры взаимодействия. В дальнейшем необходимо провести более тонкое моделирование системы трудовой деятельности людей, а также оценить влияние фактора нечеткости в когнитивной матрице для данного процесса.

Поскольку наилучший вариант характеризуется весьма значительным управляющим импульсом, который в реальности может быть очень затратным или невыполнимым, в данной работе были изучены и другие возможности управления социально-экономическим процессом. Для этого было рассмотрено поведение системы под воздействием отдельных управляющих импульсов.

2.2.2. Анализ влияния отдельных управляющих концептов

Для выяснения того, как влияют отдельные управляющие концепты на целевой параметр, были проведены расчеты с той же когнитивной матрицей²⁴⁴. Так, на рис. 2.6 представлена динамика целевого фактора и группы концептов, которые могли быть управляющими, но в данном случае в начальный момент только концепт «Инновационная деятельность» был импульсно увеличен с 20% до 50%.

Видно, что после начального импульса данные концепты начинают быстро расти, а затем выходят «на полку», причем инновационная деятельность — на уровень 87%, деловое образование — 70%, а остальные стремятся к 100%.

Prichina O., Piel H., Solodukha P., Orekhov V. Investigation of managed external — and intrieconomic processes in conditions of global and uncertainty. В сборнике: Economic and Social Development Book of Proceedings. Editors: Aleksander Maloletko, Natasa Rupcic, Zoltan Baracskai. 2018. C. 860–872.



Рис. 2.6. Влияние инновационной деятельности на концепты системы

Целевой концепт при таком управляющем воздействии достигает 100% на 14-м шаге вместо 9-го, как при комплексном воздействии факторов. Отметим, что инновационная деятельность влияет, согласно когнитивной карте (таблица 2.2), только на НТП, а он, в свою очередь, влияет на стратегические программы. Далее уже стратегические программы воздействуют на весь комплекс концептов, включая производительность труда, и приводят к их росту и достижению целевого значения.

На рис. 2.7 представлено поведение концептов, связанных с производительностью труда, а на рис. 2.8 — связанных с НТП и социально-трудовыми отношениями при таком же управляющем воздействии.

Видно, что из факторов, представленных на рис. 2.7, наиболее быстро, хотя и медленнее, чем при управляющем воздействии «Стратегические программы», реагирует на управляющее воздействие «Производительность труда». Далее можно отметить рост факторов «Изношенность основных фондов» и «Инфраструктура», увеличение «Уровня образования», а затем — «Человеческого капитала».

Из рассмотрения динамики факторов, представленных на рис. 2.8, следует, что наиболее быстро реагирует на управляющее воздействие НТП, а остальные

---- 123

концепты начинают изменяться примерно с четвертого шага, то есть реагируют на динамику «Стратегических программ».

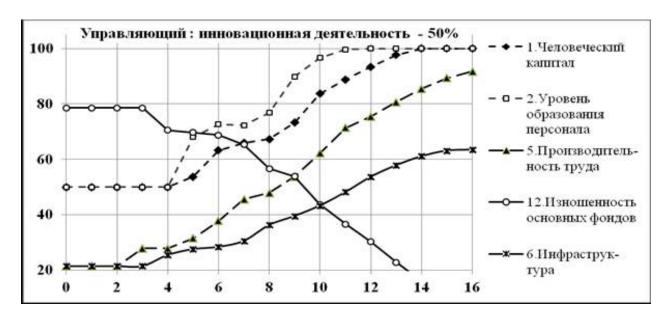


Рис. 2.7. Динамика концептов, связанных с производительностью труда

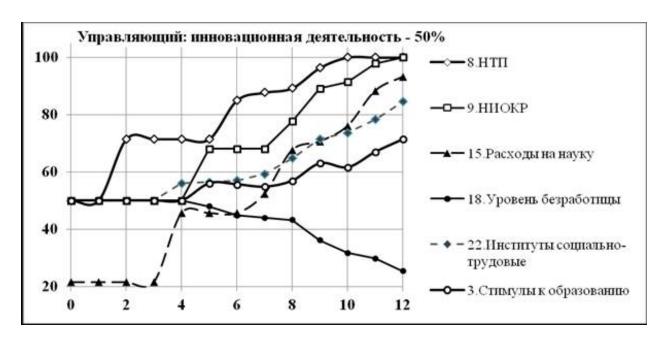


Рис. 2.8. Динамика концептов НТП и социально-трудовых отношений

Характерно, что динамика концептов в данном случае имеет скачкообразный характер, что связано с задержками прохождения управляющего импульса

по сети концептов: «Инновационная деятельность» \rightarrow HTП \rightarrow «Стратегические программы» \rightarrow .

Под воздействием управляющего фактора «Деловое образование», управляющее воздействие которого заключается в росте с 36% до 50%, целевой фактор достигает целевого значения значительно медленнее — после 30-го шага. Изменение системы происходит более монотонно. Это, вероятно, связано с тем, что деловое образование непосредственно и сильно влияет на производительность труда, которая в свою очередь влияет на целевой параметр.

Под воздействием управляющего концепта («Расходы на систему ВПО») изменение также происходит достаточно медленно и целевое значение достигается вблизи 30-го шага по времени. Процесс изменения в данном случае также достаточно монотонный. При этом в данной системе расходы на ВПО влияют только на образование персонала, что приводит к росту производительности труда и, как следствие, — ВВП на душу населения.

На рис. 2.9, 2.10 представлена динамика системы под воздействием управляющего концепта «Стратегические программы».

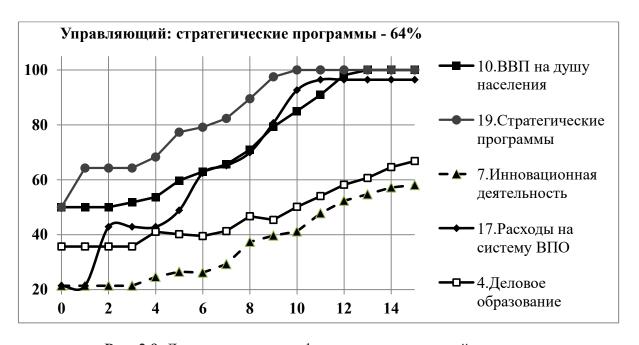


Рис. 2.9. Динамика целевого фактора и управляющей группы

В данном случае целевое значение достигается на 13-м шаге, то есть примерно так же быстро, как под воздействием управляющего концепта «Инновационная деятельность» и, значительно быстрее, чем под воздействием управляющих концептов образовательной группы.



Рис. 2.10. Динамика концептов, связанных с производительностью труда

Характерно, что в этом случае управляющее воздействие концепта «Стратегические программы» составляет только 64% (начальное 50%), тогда как при комплексном воздействии оно очень высокое (92%). Тем не менее целевой результат достигается достаточно быстро.

Влияние интенсивности управляющего концепта «Инновационная деятельность» приведено на рис. 2.11.

Видно, что увеличение интенсивности на 14% приводит к ускорению достижения целевого концепта на 1-2 шага, то есть на 10–15% по времени.

Сравнение воздействия отдельных управляющих факторов и оптимального комплексного воздействия (Альт. 167) представлено на рис. 2.12. Как видно, комплексное воздействие примерно на 3 шага быстрее позволяет достичь целевого фактора, однако при этом требуется значительно большее управляющее воздействие на систему.

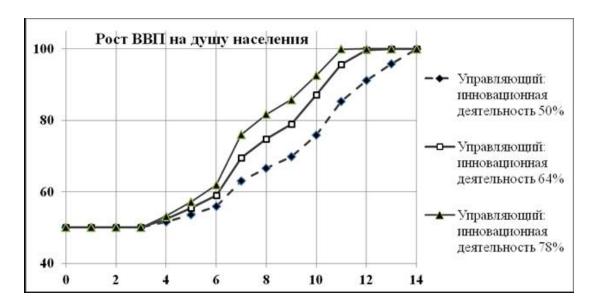


Рис. 2.11. Влияние интенсивности управляющего фактора

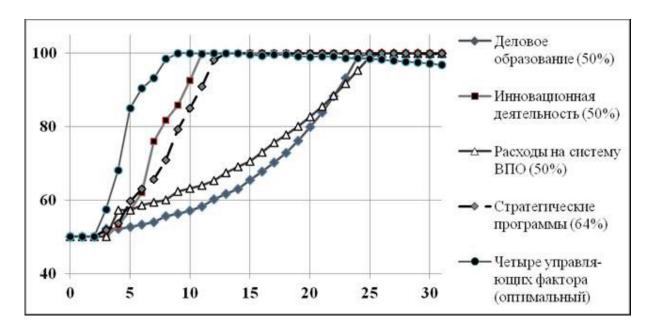


Рис. 2.12. Влияние разных управляющих воздействий на ВВП на душу населения

В целом результаты динамического анализа социально-экономической системы показывают, что инновационная деятельность и стратегические программы, как управляющие факторы, значительно быстрее влияют на достижение параметром ВВП на душу населения целевого уровня 100%, чем расходы на систему ВПО или деловое образование. При совместном воздействии четырех управляющих факторов наиболее быстро достигается целевой уровень, но это требует мощного

управляющего воздействия: стратегические программы — 78%, инновационная деятельность — 64%, расходы на ВПО — 36%, деловое образование — 64%.

2.3. Разработка когнитивной модели динамического моделирования программ управления эффективностью научного труда

Как было показано в главе 1, деятельность в сфере НИОКР является одним из важнейших ресурсов человеческого капитала, поскольку обогащает человеческий капитал наиболее квалифицированными кадрами и дает возможность для эффективного использования этого капитала по увеличению ВВП стран. Также было показано, что вклад специалистов в сфере НИОКР (R&D), в среднем, значительно больше, чем специалистов, имеющих только высшее образование, и составляет порядка 3 млн долл. в год на человека.

Великий математик, один из инициаторов создания Академии наук в России, Г. Лейбниц так определил цель науки: «Благоденствие человечеству, то есть преумножение всего, что полезно людям, но не ради того, чтобы затем предаваться безделью, а для поддержания добродетели и расширения знаний»²⁴⁵.

Начиная с XVII века наука перестала выполнять только познавательную функцию и стала материальной основой практической деятельности людей. Роль науки существенно выросла после того, как примерно в середине 1930-х гг. ощутимо обозначились проявления научно-технической революции. Быстрый рост доли ЧК в составе национального богатства стран мира в XX веке, когда его доля в крупнейших развитых и развивающихся странах выросла с 30% до 80%, также послужил возрастанию значимости науки в мире.

Но в будущем роль науки станет еще более незаменимой. Если в конце XX века рост человеческого капитала и, соответственно, производительности труда во многом происходил за счет увеличения доли высококвалифицированных специалистов, получавших высшее образование, то сейчас этот резерв уже исчерпывается, как показано в разделе 1.3. В этих условиях важнейшим резервом роста нацио-

Pоль науки в обществе. 2020. BioFile URL: http://biofile.ru/bio/21289.html

нального богатства станет наука. Но инвестиции в науку являются тяжелым грузом для экономики страны, поэтому важно изучать возможности повышения эффективности научного труда с учетом совокупности разнообразных факторов. Именно эта тема и стала предметом работы, представленной в данном разделе.

Научно-исследовательская деятельность представляет собой сложную систему когнитивных, экономических, социальных, производственных и других факторов, трансформирующихся и развивающихся в соответствии с протекающими одновременно общественными процессами.

В разделе 1.4 показано, что ВВП на душу населения различных стран экспоненциально зависит от среднего числа лет образования населения, а средний вклад специалиста в ВВП страны экспоненциально зависит от числа лет его образования согласно формуле (1.19) — $\mathbf{J}_{\scriptscriptstyle E} = \mathbf{K}_{\scriptscriptstyle E} \cdot \mathbf{10}^{\; {\scriptscriptstyle PE}}$

Данная формула позволяет оценить вклад в ВВП страны не только специалистов с различными уровнями образования, но и работников сферы НИОКР, если учесть, что их продолжительность обучения примерно на 6 лет больше, чем для получения высшего образования. Столь сильное влияние образования на вклад специалистов в ВВП страны делает его основной системной причиной роста благосостояния наций.

Анализ формулы (1.19) позволяет сделать несколько важных выводов. Во-первых, наиболее выгодно увеличивать образовательный уровень специалистов с наивысшей квалификацией, в частности — ученых, поскольку это дает больший вклад в ВВП.

Во-вторых, можно применить эту формулу к группе специалистов для определения синергетического эффекта от их совместной работы. Такие оценки показывают (раздел 1.5), что в принципе можно достичь многократного увеличения вклада специалистов в ВВП страны, в частности, известные данные об эффективности групповой работы показывают, что при формировании так называемой команды возможно значительное увеличение производительности труда²⁴⁶.

Shinkareva O., Orekhov V., Solodukha P., Prichina O., Gizyatova A. (2018). Multifactor Assessment of Indicators on Dynamic Modeling of Programs for Managin the Perfomance of Scientific Labor. International Journal of Civil Engineering and Technology, V. 9, Is. 13, pp. 303–317.

Однако R.М. Belbin провел исследования, которые показывают, что существуют значительные сложности организации совместной работы специалистов высшей квалификации, в частности — научных работников. Поэтому вопрос организации эффективной работы команд научных специалистов требует системного рассмотрения.

Еще одно направление повышения эффективности мыслительной деятельности связано с методами «критического мышления», противостояния «ловушкам сознания» и другими подходами к повышению производительности умственного труда, которые представляют собой целое научное направление²⁴⁷. В частности, Агентство стратегических инициатив (Россия) инициировало проект «Навыки будущего». В число этих навыков входят²⁴⁸: критическое мышление, креативное мышление, стратегическое мышление, системное мышление, коммуникация, кооперация, самоорганизация и саморегуляция.

Для того чтобы целостно проанализировать весь комплекс вопросов, связанных с эффективностью научного труда, в данной работе используется метод когнитивного моделирования²⁴⁹, о чем детально описано в разделе 2.1.

Целью исследования является разработка когнитивной модели управления эффективностью научного труда.

2.3.1. Методика

Для изучения системы научного труда используется функция системного анализа — обеспечение исследовательской и реальной трудовой деятельности методологией частных функций системного анализа.

Частные функции системного анализа представлены следующим:

 $^{^{247}}$ Темпл Ч. Критическое мышление и критическая грамотность // Перемена. 2005. № 2. С. 15–20.

 $^{^{248}}$ Навыки будущего. Агентство стратегических инициатив, 2020. URL: https://asi.ru/future_skills/

²⁴⁹ Кулинич А.А. Компьютерные системы моделирования когнитивных карт: подходы и методы / А.А. Кулинич // Проблемы управления. 2010. № 3.

- идентификацией полноты и правильности диагностики определения основных групп элементов (концептов) в виде некоторой системы существующего состояния проблемной области;
- построением совокупной структуры силы связей (взаимосвязей) между концептами системы научной деятельности;
- феноменом целостности построения когнитивной матрицы и введением ее
 в систему поддержки принятия решений СППР;
 - анализом функции ее ценности (эффективности);
- моделированием поведения взаимодействующих элементов системы на амбивалентной основе в рамках целевой функции.

Совокупность факторов, взаимодействующих в рамках исследуемой проблемы, ранжируется с помощью опроса экспертов, как по величине факторов, так и по их взаимовлиянию друг на друга. Полученные результаты представляются в виде сети взаимодействующих ранжированных концептов, которая называется нечёткой когнитивной картой — Fuzzy Cognitive Map²⁵⁰. Далее с помощью компьютерной системы поддержки принятия решений проводится анализ уровня доверия к различным факторам системы, определяются кумулятивные воздействия концептов через сеть связей и производится динамическое моделирование ее поведения под воздействием управляющих импульсов.

2.3.2. Формирование исходной системы концептов

На начальном этапе работы был сформирован исходный список концептов (e_.), влияющих на научную эффективность, представленный в таблице 2.4.

Также был определен их относительный уровень значимости (математическое ожидание) — M_i , который был оценен 14 экспертами, квалифицированными в данной сфере деятельности. Использовалась урезанная пятибалльная шкала с оценками: 2 — низкий уровень, 3 — средний, 4 — высокий, 5 — очень высокий (не применялся). В таблице 2.4 также представлены значения стандартного отклонения — S_i для каждого концепта.

Kosko B. Fuzzy CognitiveMaps // International Journal of Man-Machine Studies, 1986. Vol. 1. P. 65–75.

Для того чтобы эксперты могли согласованно оценивать состав системы концептов и их взаимовлияние, важно согласовать понимание основных из них.

Эффективность научной работы является основным целевым фактором в данном исследовании, и он определяется как величина вклада специалиста или группы специалистов в области НИОКР в ВВП страны.

 Таблица 2.4.

 Исходный список концептов, влияющих на научную эффективность

i	Концепт, группа (e _i)	M _i	S _i (E _i)
	Индивидуальные концепты эффективности	3,3	
1	Уровень образования специалиста	3,6	0,50
2	Интеллектуальный уровень (IQ)	3,6	0,65
3	Опыт специалиста	3,8	0,43
4	Коммуникативные навыки, связи	3,5	0,65
5	Знание иностранных языков	2,6	0,74
6	Статус специалиста	2,5	0,65
7	Компьютерные системы поддержки	3,4	0,63
	Критическое мышление и ловушки сознания	3,2	
8	Наличие неправильных суждений в сознании	3,1	0,77
9	Влияние ловушек сознания на мышление	3,2	0,70
10	КМ повышает эффективность анализа знаний	3,6	0,50
11	Эффективность алгоритмов КМ	2,9	0,86
12	Повышение инновационности за счет КМ	3,2	0,70
13	Умение выявлять проблемы	3,6	0,51
14	Умение мыслить рефлексивно	3,2	0,58
15	Умение противостоять ловушкам сознания	2,9	0,73
16	Групповое выявление неточных суждений	3,2	0,80
	Позитивные концепты групповой работы	3,1	
17	Согласованная общая цель деятельности	3,6	0,76
18	Согласованность личных интересов	3,1	0,73
19	Стимулы к сотрудничеству	3,0	0,68
20	Наличие исполнителей ролей по Р.М. Белбину	2,7	0,47

i	Концепт, группа (e _i)	M _i	$S_i(E_i)$
21	Атмосфера взаимопомощи и уважения	3,6	0,63
22	Сформированность группы	3,0	0,78
23	Разнообразие компетенций	3,4	0,51
24	Бездоминантная организация работы	2,7	0,61
25	Обучение групповой эффективной работе	3,0	0,55
	Негативные и нейтральные концепты	2,7	
26	Лица, стремящиеся к доминированию в группе	3,1	0,66
27	Недоверие к утверждениям других участников	2,9	0,73
28	Различие личных целей и выгод участников	2,9	0,77
29	Интеллектуальная собственность	2,4	0,65
30	Воспитание обществом культуры лидерства	2,4	0,50
31	Национальные различия культуры поведения	2,4	0,74
	Среднее значение	3,1	0,66

Однако такой показатель весьма непросто количественно оценить, поскольку существует масса экстернальных эффектов²⁵¹ научной работы, которые приводят к вкладу в доход смежных организаций. На уровне экспертизы измерение данного показателя для отрасли или другого объекта может быть осуществлено путем оценки уровня научных достижений в данной сфере с использованием модели, представленной на рис. 1.7.

Нередко для оценки эффективности научной работы используют показатель числа публикаций на миллион долларов затрат на НИОКР по ППС²⁵². По этому показателю Россия уступает только Франции и Великобритании и опережает США, Германию, Японию. Однако нельзя пренебрегать тем, что этот показатель более приемлем для оценки НИР и меньше учитывает достижения ОКР, поскольку не учитывает патентную активность. Для более корректной оценки результатов работы R&D специалистов можно рассмотреть суммарный параметр публикуемых за рубежом статей и заявок на патенты, отнесенные к годовым инвестициям

²⁵¹ Причина О.С., Орехов В.Д., Щенникова Е.С. Управление персоналом и инновациями на основе использования образовательных технологий. Проблемы экономики и юридической практики. № 2, 2017. С. 77–81.

²⁵² Производительность труда в России и в мире. М., Совет Федерации. Аналитический вестник № 29. 2016.

в НИОКР. Соответствующие данные показывают²⁵³, что публикаций, индексируемых в WoS и Scopus, и патентных заявок, поданных в стране, на миллиард долларов ВВП по ППС в России выпускается за год в два раза меньше, чем в развитых странах Европы, что связано с низким уровнем инвестиций в НИОКР.

Уровень образования. Как отмечалось выше, это наиболее сильно системно влияющий на эффективность научной деятельности концепт, поскольку вклад в ВВП экспоненциально зависит от числа лет обучения — Е (1.19). По уровню образованности населения Россия находится в числе мировых лидеров²⁵⁴. С другой стороны, согласно Global Competitiveness Report²⁵⁵, параметр «Высшее образование и профессиональная переподготовка» оценивается в 3,6 балла по пятибалльной шкале, то есть относительно низко. Одним из факторов такой оценки является то, что профессиональная подготовка в условиях слабого финансирования и высокой изношенности оборудования не в достаточной мере обеспечивает обучение работе с высокопроизводительной современной техникой. Управлять данным фактором можно путем стимулирования людей с высоким уровнем образования на работу в сфере НИОКР. В настоящее время российские специалисты с высоким уровнем образования нередко предпочитают работать в бизнесе, а не в науке²⁵⁶.

Интеллектуальный уровень (IQ). Ясно, что интеллектуальный уровень важен для научной работы. У нобелевских лауреатов уровень IQ равен, в среднем, 136 баллам. Такой уровень имеет около 1% населения страны. Однако высокий IQ не является гарантией успеха в жизни или науке²⁵⁷.

134 -----

 $^{^{253}}$ Россия и страны — члены Европейского союза, 2017: М., Стат. сб. /Росстат РФ, 2017.

 $^{^{254}}$ Двенадцать решений для нового образования. Доклад центра стратегических разработок и ВШЭ. М., 2018. — С. 9.

The Global Competitiveness Report 2017-2018. World Economic Forum. P. 248.

Светлов Н.М. Модель конкуренции науки и производства за интеллект // Стратегическое планирование и развитие предприятий. Материалы XVIII Всероссийского симпозиума. Москва, 11-12 апреля 2017 г. / Под ред. чл.-корр. РАН Г.Б. Клейнера. М.: ЦЭМИ РАН, 2017. С. 822-825.

 $^{^{257}}$ Степанов С.С. Закат эры IQ. Мифы и тупики поп-психологии. — Дубна.: Феникс+, 2006. 232 с.

Самоконтроль, воля. Существует ряд подходов для адекватной характеристики влияния интеллекта человека на результативность его деятельности, среди которых можно отметить концепцию эмоционального интеллекта²⁵⁸ или саморегуляцию в комплексе «навыков будущего» Агентства стратегических инициатив (АСИ). Однако применительно к научной деятельности целесообразно выбрать более понятный для оценки экспертами концепт «самоконтроль, воля»^{259, 260}.

Заблуждения в сознании. Данный фактор был выведен из основного списка, поскольку очень сложно оценивать то, что находится в неизвестном месте сознания. Тем не менее данный концепт важен для понимания важности критического мышления. У людей в сознании содержится большое число заблуждений, которые возникают по разнообразным причинам. Одна из них — устаревшие теории и неправильная трактовка экспериментов. Человек воспринимает информацию значительно быстрее, чем нужно времени, чтобы проверить ее, поэтому часто в сознании остаются сомнительные факты. В книге «Экономикс»²⁶¹ приводится ряд примеров. В их числе перенос свойств частного на общее, в ходе которого истинное утверждение становится неверным.

С точки зрения системного мышления, есть три фактора, которые могут служить причиной ошибочной интерпретации собственного опыта, — регрессия, пренебрежение фактором времени и односторонняя трактовка событий²⁶².

Критическое мышление. Сложность выявления заблуждений связана с тем, что обычно они незаметны, пока Вы не займетесь детальным анализом некоторой области своих знаний и ментальных моделей. И именно в этом случае важно использовать метод критического мышления. Critical thinking²⁶³ — система сужде-

Goleman D. Emotional intelligence. New York: Bantam Books, Inc., 1995.

Muraven, M., Shmueli, D., Burkley, E. Conserving self-control strength // Journal of Personality and Social Psychology. 2006. Vol. 91. P. 524–537.

²⁶⁰ Барабанов Д.Д. Развитие волевой регуляции студентов. М., МГУ. Диссертация на соискание ученой степени кандидата психологических наук. 2015.

²⁶¹ Макконелл К.Р., Брю С.Л. Экономикс. М., Инфра–М, изд. 16, 2006 г. С. 12.

O'Connor J, McDermott I. The Art of Systems Thinking: Essential Skills for Creativity and Problem Solving. HarperCollins Publishers, 1997, p. 43.

Temple C. Critical thinking and critical literacy. Change (Peremena), N_{2} 2, 2005, pp. 15–20.

ний, которая используется для анализа событий с формулировкой обоснованных выводов и помогает выносить обоснованные оценки, интерпретации, корректно применять полученные результаты к ситуациям и проблемам. Критическое мышление начинается с постановки вопросов и выяснения проблем, которые требуется решать. В основе многих определений критического мышления лежит разумный, взвешенный подход к принятию сложных решений о поступках или ценностях. Несмотря на то что в основе критического мышления лежит независимое суждение личности, важно также использовать для правильного суждения продуктивный обмен мнениями.

Приведенные выше краткие описания роли ряда важных концептов в научной деятельности демонстрируют достаточно высокую сложность и неоднозначность их понимания. Поэтому их обсуждение в группе экспертов происходило итерационно, по мере согласования общих позиций.

2.3.3. Доработка списка концептов

По рекомендациям экспертов был добавлен ряд концептов, в частности, в блок индивидуальных факторов были введены: эффективность научной работы и оплата труда. В блок критического мышления введены концепты: инновационные методы мышления и обучение новым знаниям и навыкам. Была также сформирована новая группа факторов, связанных с воздействием внешнего окружения и управления НИОКР на уровне организации.

Далее, в ходе формирования когнитивной карты, были исключены концепты, для которых сложно было найти связи в рамках данной системы. Затем повторно был проведен опрос экспертов по определению значимости концептов и их уровня для России. Во втором опросе использовалась 10-балльная шкала, обеспечивающая более мелкий шаг оценивания. Результаты опроса, в соответствии с доработанным списком (математическое ожидание — М и стандартное отклонение — S), представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5. Значимость и уровень концептов доработанного списка

Группа	№	Концепты	Значимость - М	Уровень для России - М	Значимость - S	Уровень для России - S
	1	Уровень образования	8,3	7,4	0,5	0,8
le Ie	2	Интеллектуальный уровень (IQ)	7,7	7,1	2,2	1,4
Измеримые концепты	3	Коммуникативные навыки, связи	7,2	6,0	1,5	2,2
epr	4	Знание иностранных языков	7,0	5,0	1,5	1,8
3M(5	Эффективность научной работы		5,8		1,1
IZ A	6	Оплата труда	7,3	4,0	2,2	1,2
	7	Компьютерная поддержка	8,2	6,3	1,0	1,3
4)	8	Самоконтроль, воля	8,1	6,0	1,8	1,8
1919	9	Обучение критическому мышлению	7,6	5,5	1,3	1,8
Ментальные концепты	10	Обучение новым знаниям и навыкам	7,3	6,1	1,3	1,4
HT2	11	Инновационные методы мышления	7,4	5,6	1,2	1,5
Me. Ko	12	Умение выявлять и решать проблемы	7,7	5,5	1,6	1,1
	13	Умение мыслить системно	8,0	6,0	1,3	1,1
age age	14	Финансирование и обеспечение ресурсами	8,2	4,6	0,8	1,3
Внешнее воздействие	15	Спрос на научные разработки	8,4	4,6	0,9	1,4
em eŭc	16	Стратегические программы развития	8,0	5,6	1,7	1,5
Вн	17	Система поддержки НИОКР в компании	8,7	4,9	0,9	1,1
BC	18	Инновационная культура бизнеса	7,0	4,9	1,6	1,5
3a <i>x</i>	19	Согласованная общая цель	7,3	5,7	1,7	1,7
Групповая работа	20	Психологический климат в группе	7,4	6,0	1,3	2,0
УП 3аб	21	Обучение командной работе	6,8	5,9	1,0	2,0
Гр	22	Разнообразие компетенций	7,6	6,5	1,4	1,8
		Среднее значение	7,7	5,7	1,4	1,5

По результатам опроса можно подвести следующие итоги. Средняя оценка значимости составляет 7,8, а для России 5,7 (примерно средний уровень). Наибольшую оценку значимости получили концепты: система поддержки НИОКР в компании (8,7), уровень образования (8,3), спрос на научные разработки (8,4). Наиболее низко оценены концепты: обучение командной работе (6,8), инновационная культура бизнеса (7,0) и знание иностранных языков (7,0). Уровень оценок для России примерно на 2 балла ниже, чем значимость, в целом. Стандартное

отклонение в среднем составляет 1,5 балла для обеих измеряемых величин и варьируется от 0,5 до 2,0. Коэффициент вариации по большинству концептов не превышает 33%, что свидетельствует об однородной совокупности оценок. Из групп параметров наибольшую значимость имеет «внешнее воздействие» и по ней же наиболее низкие оценки уровня для России.

2.3.4. Формирование и оценка когнитивной матрицы

В результате проведенных обсуждений была построена нечеткая когнитивная карта, которая представлена в таблице 2.6^{264} в виде когнитивной матрицы в квартилях (3 = 0.75, 2 = 0.5, 1 = 0.25, -1 = -0.25, -2 = -0.5, -3 = -0.75, где вторая цифра представляет силу связи в долях единицы). Для построения FCM использовалась СППР «ИГЛА»²⁶⁵.

В таблице 2.7 представлены данные о консонансах влияния концептов на систему (КС) и системы на концепты (СК). При этом влияние СК определялось как сумма влияний всех концептов на данный, а влияние КС — как влияние концепта на все концепты системы. Жирным шрифтом выделены те концепты, консонанс влияния на которые со стороны ряда других концептов менее 50%. Видно, что для них влияние СК <КС.

138 -----

Orekhov V., Ramanau R., Melnik M. (2018) Investigation of the Legislation of Control Effectiveness of Labor of Scientific Groups. Economic and Social Development (Book of Proceedings). 34th International Scientific Conference on Economic and Social Development, pp. 669–678.

²⁶⁵ Podvesovskii, A.G., Lagerev, D.G., Korostelev, D.A. Применение нечетких когнитивных моделей для формирования множества альтернатив в задачах принятия решений // Вестник Брянского государственного технического университета, 2009, № 4 (24). С. 77–84.

 Таблица 2.6.

 Когнитивная матрица эффективности научной деятельности

	Концепт, группа	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	Образование (количество лет обучения)				1	3	1		1														
2	Интеллектуальный уровень (IQ)					1																	
3	Коммуникативные навыки, связи					2																	
4	Знание иностранных языков			2																			1
5	Эффективность научной работы						2							1			-2		1				
6	Оплата труда	3	1			1																\sqcup	2
7	Компьютерная поддержка					2																	
8	Самоконтроль, воля					2														2			
9	Обучение критическому мышлению											2										\Box	
10	Инновационные методы мышления					1																Ш	
11	Умение выявлять и решать проблемы					2																Ш	
12	Умение мыслить системно					2																Ш	
13	Финансирование и обеспечен. ресурсами					2	1									2	2						
14	Спрос на научные разработки	2		1										3			2					Ш	
15	Стратегические программы развития														3								
16	Переподготовка научных кадров	1			1					2	1	1	2									\square	1
17	Система поддержки НИОКР в компании						1	1									3					\square	
18	Инновационная культура бизнеса	1								1								2				1	
19	Согласованная общая цель					2													2				
20	Психологический климат в группе					1																	
21	Обучение командной работе			1																2	1		
22	Разнообразие компетенций					2															Ш		

Таблица 2.7. Консонансы влияния системы и концептов, %

Концепты	КС	СК	Концепты	КС	СК
Образование (количество лет обучения)	0,73	0,49	Умение мыслить системно	0,66	0,51
Интеллектуальный уровень	0,66	0,91	Финансирование и обеспечение ресурсами	0,64	0,92
Коммуникативные навыки, связи	0,66	0,36	Спрос на научные разработки	0,69	0,92
Знание иностранных языков	0,72	0,40	Стратегические программы развития	0,69	0,92
Эффективность научной работы	0,64	0,89	Переподготовка научных кадров	0,90	0,50

Концепты	КС	СК	Концепты	КС	СК
Оплата труда	0,74	0,91	Система поддержки НИОКР в компании	0,64	0,92
Компьютерная поддержка	0,66	0,93	Инновационная культура бизнеса	0,79	0,92
Самоконтроль, воля	0,71	0,51	Согласованная общая цель	0,68	0,73
Обучение критическому мышлению	0,68	0,19	Психологический климат в группе	0,66	0,92
Инновационные методы мышления	0,66	0,51	Обучение командной работе	0,70	0,92
Умение выявлять и решать проблемы	0,66	0,50	Разнообразие компетенций	0,66	0,48

Здесь КС — консонанс влияния концепта на систему, СК — консонанс влияния системы на концепт

Анализ консонанса влияния показал, что в среднем он составляет 72%, то есть является достаточно высоким, и в целом матрице можно доверять. Однако для трех концептов (обучение критическому мышлению, коммуникативные навыки и знание иностранных языков) консонанс влияния на них значительно меньше 50%. Это происходит вследствие того, что связи, воздействующие на эти концепты со стороны других концептов системы, недостаточно сильны, как видно из когнитивной матрицы (таблица 2.6).

На рис. 2.13 приведен альфа-срез консонанса влияния на уровне 90%. Из него видно, что важнейшими для консонанса концептами являются: система поддержки R&D в компании, инновационная культура бизнеса, согласованная общая цель и обучение командной работе (5–7 связей не менее 90% уровня с каждым узлом).

Однако для ряда концептов, прежде всего ментального блока (инновационные методы мышления, обучение критическому мышлению, умение мыслить системно, а также выявлять и решать проблемы и знание иностранных языков), получен консонанс ниже 90%. Это происходит вследствие того, что связи, воздействующие на эти концепты со стороны всей системы и других концептов, недостаточно сильны и многочисленны.

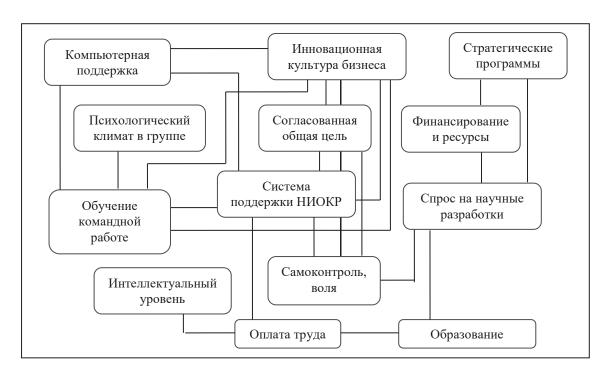


Рис. 2.13. Альфа-срез консонанса влияния на уровне 90%

На рис. 2.14 представлен альфа-срез взаимно-положительного влияния концептов на уровне 50%. В альфа-срез вошло 19 из 22 концептов. Не вошли в альфа-срез (меньшее влияние): «Интеллектуальный уровень», «Инновационные методы мышления» и «Психологический климат в группе». Именно эти концепты согласно данной версии когнитивной матрицы (таблица 2.6) минимально влияют на целевой концепт. Видно, что основным узлом, на который направлено влияние других концептов, является целевой фактор: «Эффективность научной работы». Важными узлами воздействия на систему также являются: «Спрос на научные разработки», «Согласованная общая цель», «Образование», «Переподготовка научных кадров» и «Финансирование и ресурсы».

Таким образом, примерно половина узлов влияния на систему расположены в подсистеме «Внешнее воздействие» за исключением целевого концепта «Эффективность научной работы», заранее определенного в качестве важнейшего, а также концептов «Образование» и «Согласованная общая цель».

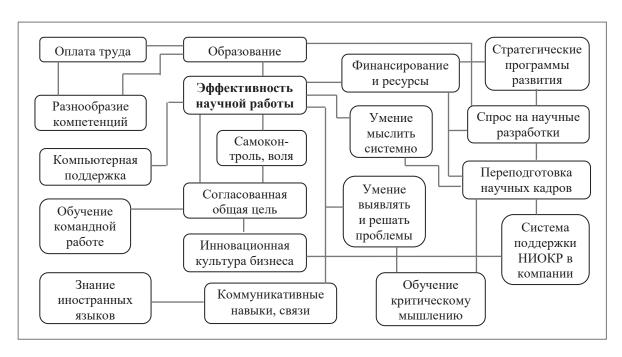


Рис. 2.14. Альфа-срез взаимно-положительного влияния на уровне 50%

2.3.5. Моделирование динамического поведения системы

При динамическом моделировании развития системы в качестве целевого использовался концепт «Эффективность научной работы» с целевым уровнем — очень высокий (100%). В число управляющих параметров были включены концепты, которыми реально можно управлять: «Оплата труда», «Спрос на научные разработки», «Стратегические программы развития», «Переподготовка научных кадров», «Финансирование и ресурсы»²⁶⁶.

Начальные значения для большинства концептов равнялись среднему уровню — 50%. Для концептов спрос на научные разработки, финансирование и обеспечение ресурсами, инновационная культура бизнеса, знание иностранных языков и оплата труда начальный уровень — 36%. Для концептов образование, интеллектуальный уровень (IQ), компьютерная поддержка, самоконтроль/воля, инновационные методы мышления и разнообразие компетенций — 64%. Уровень

Shinkareva O., Orekhov V., Solodukha P., Prichina O., Gizyatova A. (2018). Multifactor Assessment of Indicators on Dynamic Modeling of Programs for Managin the Perfomance of Scientific Labor. International Journal of Civil Engineering and Technology, V. 9, Is. 13, pp. 303–317.

начального импульса управляющих концептов (в основном применялись одиночные воздействия) выбирался минимальным — 14%. По мере необходимости он варьировался.

На рис. 2.15 представлена динамика ряда концептов системы труда R&D-специалистов при использовании управляющего воздействия: «Оплата труда» (рост на 14%).

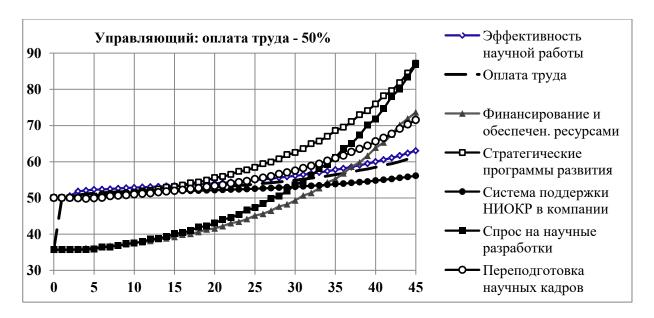


Рис. 2.15. Влияние оплаты труда на динамику системы R&D-труда

Видно, что «Эффективность научной работы» возрастает за 44 шага на 12,4%, при этом суммарно оплата труда возрастает на 24,7%. Одновременно быстро растут «Финансирование и обеспечение ресурсами» и «Стратегические программы развития», а также «Спрос на научные разработки» (с 36 до 83%). Медленнее всех (на 1–3%) растут «Психологический климат в группе», «Обучение командной работе» и «Компьютерная поддержка».

Ментальные концепты растут примерно на 10% за 44 шага («Умение мыслить системно» — на 19%). На рис. 2.16 представлена динамика концептов системы при использовании управляющего воздействия: «Спрос на научные разработки» (начальный импульс — 14%). При этом «Эффективность научной работы» возрастает за втрое меньшее время (15 шагов) на 16%, то есть больше, чем в предыдущем варианте управления, примерно в полтора раза. Также можно отметить,

что суммарно оплата труда возрастает значительно меньше — на 14%. Система изменяется примерно втрое быстрее, и все параметры приобретают асимптотический характер изменения вскоре после того, как управляющий параметр достигает уровня 100%.

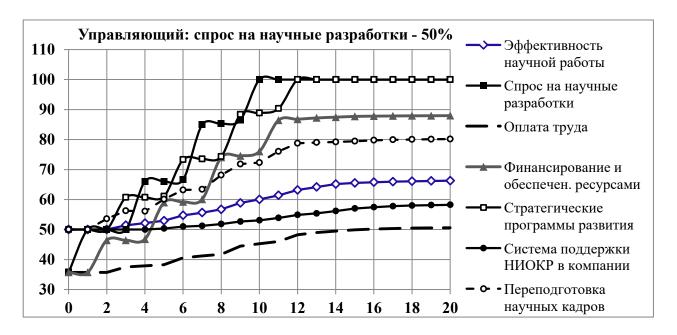


Рис. 2.16. Влияние спроса на научные разработки на динамику системы

Быстро растут «Финансирование и обеспечение ресурсами» и «Стратегические программы развития». Медленнее всех (на 2–4%) растут «Психологический климат в группе» и «Обучение командной работе». Рост ментальных концептов составляет порядка 15% («Умение мыслить системно» — на 30%). С точки зрения управления эффективностью научного труда данный вариант управления по всем параметрам лучше, чем рост оплаты труда.

На рис. 2.17 представлена динамика системы под воздействием «Стратегических программ развития» (начальный импульс — 14%). При этом «Эффективность научной работы» возрастает за 14 шагов на 16%, как и в варианте роста спроса на научные исследования. Одновременно суммарно оплата труда возрастает на 15%. Система изменяется почти точно так же, как и в варианте «Спрос на научные исследования», но несколько более быстро.

144 -----

Таким образом, из четырех вариантов управляющих воздействий было выявлено две пары подобного поведения системы, отличающиеся скоростью реакции на управляющее воздействие примерно втрое. Основные результаты управленческих воздействий приведены в таблице 2.8.

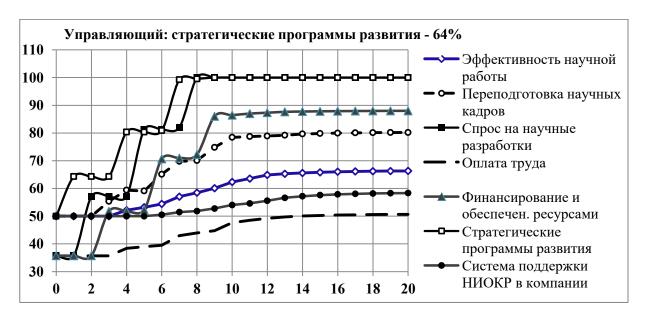


Рис. 2.17. Влияние стратегических программ развития на динамику системы

 Таблица 2.8.

 Результаты управленческих воздействий на систему

Управляющий концепт	Управляющий импульс	Рост эффектив- ности научной работы	Рост оплаты труда	Время реакции, шагов
Оплата труда	С 36 до 50%	12,4%	24,7%	44
Переподготовка научных кадров	С 50 до 64%	14%	11%	44
Спрос на научные разработки	С 36 до 50%	16%	14%	15
Стратегические программы развития	С 50 до 64%	16%	15%	14

Если соотнести изученные управляющие воздействия со схемой входа-выхода системы научного труда, можно определить, что «Стратегические программы развития» относятся к входу в данную систему, «Спрос на научные разработки» —

к выходу, а два других управленческих воздействия нацелены непосредственно на систему. Таким образом, наиболее сильное воздействие на систему регистрируется на входе и выходе из нее, то есть на внешних условиях, а управление самой системой происходит более медленно.

Подводя итоги проведенных расчетов, можно рекомендовать лицам, принимающим решения, ориентироваться на варианты воздействий: «Спрос на научные разработки» и «Стратегические программы развития», хотя возможно и комплексное воздействие на управляемую систему²⁶⁷.

Было также выявлено, что наиболее медленно (на 1–3% за весь цикл) растут концепты «Психологический климат в группе» и «Обучение командной работе». Рост ментальных концептов составляет примерно 14%, что соответствует величине управляющего импульса и росту эффективности научной работы. Концепт «Умение мыслить системно» растет наиболее быстро — до 35%.

Выводы к главе 2

- 1. Разработана проблемно ориентированная система когнитивного моделирования альтернативных возможностей повышения ВВП на душу населения России и определения причин несоответствия уровня образования работников и ВВП на душу населения страны. Полученная информация о закономерностях повышения эффективности R&D-труда позволяет ЛПР принимать обоснованные решения по управлению системой научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности.
- 2. Динамическое моделирование системы позволило выбрать наилучшую комплексную программу развития, оказывающую положительное влияние на целевую функцию величину ВВП на душу населения, в качестве управляющих

Shinkareva O., Orekhov V., Solodukha P., Prichina O., Gizyatova A. (2018). Multifactor Assessment of Indicators on Dynamic Modeling of Programs for Managin the Perfomance of Scientific Labor. International Journal of Civil Engineering and Technology, V. 9, Is. 13, pp. 303–317.

параметров которой выступают активизация инновационной деятельности и совершенствование стратегических программ.

- 3. Наибольшую угрозу для реализации программы социально-экономического развития и роста ВВП на душу населения создает медленный темп обновления основных фондов. В частности, производительность труда и ВВП на душу населения растут примерно с таким же темпом, с которым уменьшается износ основных фондов.
- 4. Разработана проблемно ориентированная система когнитивного моделирования управленческих воздействий на повышение эффективности труда важнейшего сегмента человеческого капитала R&D-команд.
- 5. Основными проблемными зонами системы R&D-труда являются: «Оплата труда», «Финансирование и ресурсы» и «Спрос на научные разработки». Основными узлами воздействия на систему являются: «Согласованная общая цель», «Финансирование и ресурсы», «Спрос на научные разработки», «Образование» и «Переподготовка научных кадров».
- 6. Динамическое моделирование поведения системы показало, что воздействие на концепты «Стратегические программы развития» и «Спрос на научные разработки» позволяет реализовать прирост производительности труда в три раза быстрее, чем на «Оплату труда» и «Переподготовку научных кадров». «Оплата труда» оказалась наименее эффективным управленческим воздействием.