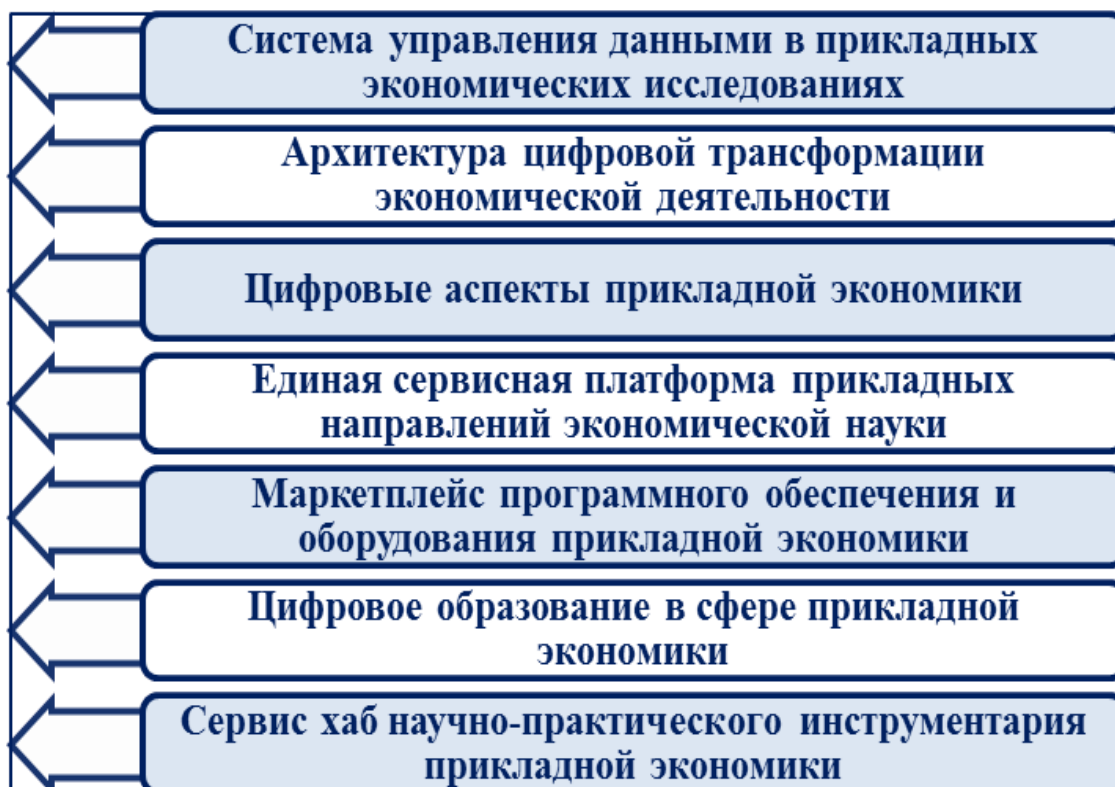


**Ю.Н. Полшков
А.В. Пелашенко**



К А Ф Е Д Р А
**МАТЕМАТИКИ
И МАТЕМАТИЧЕСКИХ
МЕТОДОВ В ЭКОНОМИКЕ**

ПРИКЛАДНАЯ ЭКОНОМИКА



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»
Экономический факультет

**Ю.Н. Полшков
А.В. Пелашенко**

ПРИКЛАДНАЯ ЭКОНОМИКА

Издание второе: переработанное и дополненное

Учебное пособие
для студентов направления подготовки 38.04.01 Экономика (профиль
«Прикладная экономика», профиль «Экономическая деятельность субъектов
хозяйствования на национальных и мировых рынках»)

ДонГУ
Донецк
2025

УДК 338.24:330.4

ББК 65.05

П536

*Рекомендовано к изданию Учёным советом
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Донецкий государственный университет».
Протокол № 14, 02.12.2025 г.*

Рецензенты:

Половян А.В.

– д-р экон. наук, доцент, директор ГБУ «Институт экономических исследований»;

Хоменко Я.В.

– д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры экономической теории и государственного управления имени В.В. Дементьева ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет».

Авторы:

Полшков Ю.Н., д-р экон. наук, канд. физ.-мат. наук, доцент;

Пелашенко А.В., ст. преподаватель.

П536 Полшков Ю.Н. Прикладная экономика. Учебное пособие / Ю.Н. Полшков, А.В. Пелашенко. – Донецк: Изд-во ДонГУ, 2025. – 194 с.

Предлагаемое второе издание учебного пособия, переработанное и дополненное, включает обзор теоретико-методологических и концептуальных основ, научно-методических положений и практических рекомендаций по управлению социально-экономическими системами, процессами и явлениями на основе прикладных методов и моделей детерминированного и стохастического характера.

Пособие предназначается слушателям профилей магистратуры «Прикладная экономика» и «Экономическая деятельность субъектов хозяйствования на национальных и мировых рынках», а также студентам, использующим экономико-математические инструменты прикладной направленности при подготовке курсовых и выпускных квалификационных работ, магистерских диссертаций, молодым учёным, аспирантам, докторантам, преподавателям, научным работникам и другим лицам.

УДК 338.24:330.4

ББК 65.05

© Ю.Н. Полшков, А.В. Пелашенко, 2025
© ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет», 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

	ПРЕДИСЛОВИЕ	5
	ВВЕДЕНИЕ	8
Глава 1	ТЕОРИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ И КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ПРИКЛАДНОЙ ЭКОНОМИКИ	10
1.1	Прикладные методы и инструменты воздействия на экономическую деятельность предприятий	10
1.2	Прикладные аспекты подходов к управлению развитием социально-экономических систем регионального и отраслевого уровней	22
1.3	Методология прикладного оценивания показателей развития в системе управления региональной экономикой	36
1.4	Концепты управления экономической деятельностью субъектов хозяйствования на национальных и международных рынках	44
	Вопросы и задания	67
Глава 2	АНАЛИТИЧЕСКИЙ БАЗИС ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ ЭКОНОМИКИ	72
2.1	Прикладной инструментарий управления предприятиями и промышленными комплексами региона	72
2.2	Применение балансовых моделей к управлению экономикой регионов и отраслей	82
2.3	Анализ факторов экономического развития стран и территорий мира на основе прикладного моделирования	102
	Вопросы и задания	116
Глава 3	НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДОВ И МОДЕЛЕЙ ПРИКЛАДНОЙ ЭКОНОМИКИ В ПРАКТИКЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	119
3.1	Матричная оптимизация и прикладные теоретико-игровые модели экономики предприятия	119
3.2	Развитие прикладных методов оценивания эффективности управления прибылью субъектов хозяйственной деятельности	127
3.3	Методы оптимальных решений в прикладных задачах спроса и предложения	154
	Вопросы и задания	159
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	166
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	168
	ПРИЛОЖЕНИЯ	181
А	Значения критерия Фишера при уровне значимости 0,05	181
Б	Значения критерия Стьюдента при уровне значимости 0,10; 0,05; 0,01 (двусторонний)	182
В	Значения критерия Пирсона при уровне значимости 0,10;	

0,05; 0,01	183
Г Значения статистик Дарбина-Уотсона при уровне значимости 0,05	184
Д Значения функции Гаусса	185
Е Значения интегральной функции Лапласа	187
Ж Приоритеты прикладной экономики развития городских территорий	190
З Законотворческое обеспечение цифровизации сферы прикладной экономики регионального уровня	191
И Прикладные эконометрические методы и модели, инструменты качественного анализа регионально-отраслевого развития	192
К Прикладная методика оценки рисков в экономике региона	193
Л Прикладные экономические подходы к управлению городским хозяйством	194

ПРЕДИСЛОВИЕ

В мире насчитывается около сотни ВУЗов, которые обучают студентов по профилю магистратуры «Прикладная экономика» (Applied Economics), присваивая степень «Магистр прикладной экономики» (Master of Applied Economics). Учебная дисциплина «Прикладная экономика» и др. с похожими названиями преподаются десяткам тысяч будущих экономистов и управленцев. В качестве примера можно привести кафедру прикладной институциональной экономики экономического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

В Донецком государственном университете магистерская программа «Прикладная экономика» создана в 2003 году. Многолетний опыт преподавания дисциплины с таким же названием позволил выработать собственную концепцию обучения студентов.

Предлагаемое переработанное и дополненное учебное пособие подготовлено на кафедре математики и математических методов в экономике Донецкого государственного университета. Данное 2-е издание опирается на 1-е издание [47], а также на результаты учебно-методической деятельности и научно-практических изысканий авторов [1 – 46; 48 – 104], внедрённые в учебный процесс.

Как сказано в аннотации, учебное пособие предназначено, прежде всего, для слушателей профилей магистратуры «Прикладная экономика» и «Экономическая деятельность субъектов хозяйствования на национальных и мировых рынках». Кроме того, пособие будет полезно студентам-экономистам, использующих экономико-математический инструментарий прикладной экономики при подготовке курсовых работ, выпускных квалификационных работ и магистерских диссертаций. Возможно, что данное издание заинтересует студентов, которые занимаются научно-исследовательской работой, а также молодых и зрелых учёных, аспирантов, докторантов, преподавателей и др. лиц, использующих методы прикладных экономических исследований.

Помимо предисловия, учебное пособие включает введение, три главы и заключение. Кроме того, данное издание содержит список литературы и приложения.

Во введении дан обзор теоретико-методологических и концептуальных основ, научно-методических положений и практических рекомендаций по управлению социально-экономическими системами, процессами и явлениями на основе прикладных методов и моделей детерминированного и стохастического характера. Понятийно-категориальный аппарат критически осмыслен и приведена собственная трактовка дефиниции «Прикладная экономика».

Первая глава посвящена теории, методологии и концептуальным основам прикладной экономики. Рассмотрены прикладные методы и инструменты воздействия на экономическую деятельность предприятий. Уделено

внимание прикладным аспектам подходов к управлению развитием социально-экономических систем регионального и отраслевого уровней. Исследована методология прикладного оценивания показателей развития в системе управления региональной экономикой. Предложены концепты управления экономической деятельностью субъектов хозяйствования на национальных и международных рынках.

Во второй главе критически осмыслен аналитический базис прикладных задач экономики. Исследован прикладной инструментарий управления предприятиями и промышленными комплексами региона. Рассмотрены особенности применения балансовых моделей к управлению экономикой регионов и отраслей. Выполнен анализ факторов экономического развития стран и территорий мира на основе прикладного моделирования.

Третья глава содержит сведения о направлениях совершенствования методов и моделей прикладной экономики в практике хозяйственной деятельности. Изучены матричная оптимизация и прикладные теоретико-игровые модели экономики предприятия. Получили дальнейшее развитие прикладные методы оценивания эффективности управления прибылью субъектов хозяйственной деятельности. Усовершенствованы методы оптимальных решений в прикладных задачах спроса и предложения.

Каждая из глав завершается серией вопросов и заданий, позволяющих читателям закрепить учебный материал.

Заключение содержит выводы, сделанные на основе применения в современных условиях прикладных методов, моделей и методического инструментария к конкретным объектам исследования.

Следует отметить, что существенное влияние на структуру и содержание учебного пособия оказали результаты научной работы кафедры математики и математических методов в экономике в рамках научных тем Г–07/15 «Экономико-математическое моделирование стохастических и детерминированных систем» (годы выполнения 2007-2011), Г–12/15 «Экономико-математические методы и модели функционирования систем в нестабильной социально-экономической среде» (годы выполнения 2012-2016), Г–17/15 «Экономико-математическое моделирование процессов управления региональным развитием» (годы выполнения 2017-2021) и Фв–23/15 «Математические методы в экономике и управлении хозяйствующими субъектами, отраслями, комплексами региона и государства». Перечисленные темы, являясь фундаментальными, имеет прикладную направленность для экономики Донецкой Народной Республики и национального хозяйства России в целом.

Кроме теоретического материала и примеров предлагаемое издание содержит практические рекомендации по решению прикладных экономических задач программными средствами. Для этих целей используются офисное приложение Microsoft Excel и программный пакет WinQSB, что, в определённой степени, продолжает традиции др. учебных и учебно-

методических изданий кафедры математики и математических методов в экономике (см., например, [47]).

В учебном пособии принята следующая нумерация глав, параграфов, формул, примеров, таблиц и рисунков. Главы имеют сплошную нумерацию. Параграфы – двойную: первое число означает номер главы, второе – номер параграфа в данной главе. Такой же смысл имеет нумерация формул, примеров, таблиц и рисунков. Например, ссылка «см. рис. 1.4» означает, что следует смотреть в первой главе четвёртый по счёту рисунок.

Приближённые вычисления округлены до четвёртого знака после запятой. Обычно такой точности достаточно при экономических расчётах, поэтому в учебном пособии, в основном, действует такой порядок округления.

Авторы благодарят рецензентов данного учебного пособия, коллег по кафедре математики и математических методов в экономике, преподавателей экономического факультета и других структурных подразделений Донецкого государственного университета за советы и конструктивные замечания. Авторы будут признательны всем читателям за возможные предложения и замечания, направленные на совершенствование учебного пособия.

ВВЕДЕНИЕ

Общеизвестно, что экономика – это хозяйственная деятельность общества по созданию благ, необходимых для естественных потребностей человека. Помимо сказанного, экономика – это совокупность отношений, складывающихся в процессе производства, распределения, обмена и потребления. В научно-методическом контексте экономика является системой знаний о хозяйственной деятельности людей по использованию ограниченных ресурсов в целях обеспечения жизненных потребностей индивидумов и общества в целом [47].

Практика, как критерий истины, делит научные исследования на фундаментальные и прикладные. Целью фундаментальных исследований является познание законов, управляющих поведением и взаимодействием базисных структур природы, общества и мышления в «чистом виде», т.е. безотносительно к их возможному использованию. Непосредственное целеполагание прикладных научных работ – применение результатов фундаментальных исследований для решения не только познавательно-абстрактных, но и социально-практических проблем. Задача современной организации науки – установление прочных, планомерных взаимосвязей и сокращение сроков цикла «фундаментальные исследования – прикладные исследования – разработки – внедрение».

Таким образом, прикладная экономика является ветвью экономической науки, цели и задачи которой имеют практическую направленность, а объект исследования привязан к экономической конкретике. Прикладная экономика опирается на расчёты, широкое использование статистических данных и математического аппарата.

Микроэкономическое направление прикладной экономики считается достаточно изученным. К прикладным микроэкономическим проблемам относятся практические задачи анализа хозяйственной деятельности, оценки экономической ситуации, относящейся к домашним хозяйствам, предпринимательству, фирмам, предприятиям.

Безусловно, прикладная экономика ставит, рассматривает, анализирует и решает макроэкономические проблемы на региональном, национальном и межгосударственном уровнях. Отличительной особенностью прикладной экономики при изучении инфляции, безработицы, величины валового внутреннего продукта, объёмов экспорта, импорта и др. макроэкономических показателей является их предметное видение и привязка к конкретному объекту исследования без чрезмерного абстрагирования и отхода от жизненных реалий [47].

В свою очередь, прикладная экономика, как область знаний и умений, состоит из нескольких основных дисциплин и мн. приложений. Основными из них являются менеджмент, маркетинг, логистика, финансы, бухгалтерский учёт, экономическая статистика, бизнес-информатика, предпринимательство.

Перечень функциональных экономических предметов, относящихся к прикладной экономике, достаточно широк и большей частью связан с конкретными экономическими профессиями, среди которых страховое дело, ценные бумаги, биржи и посреднические операции, налогообложение, государственное регулирование экономики и мн. др.

Отраслевые дисциплины прикладной экономики изучают экономические особенности промышленности, сельского хозяйства, транспорта, энергетики, связи, сферы услуг, а также отраслей и подотраслей современной индустрии (металлургия, машиностроение и т.д.).

В качестве инструментария прикладная экономика использует математические методы и модели. Иногда встречается упрощённый взгляд на прикладную экономику, под которой подразумевают оценку, анализ и прогнозирование социально-экономических процессов. По мнению авторов учебного пособия, такая трактовка является слишком узкой и не отражает многоаспектности прикладной экономики.

В нашем понимании, количественный подход к управлению экономикой заключается в том, что вместо реальной системы управления исследуется адекватная экономико-математическая модель, т.е. условный образ системы, характеризующийся доступностью, дешевизной, простотой осмысления, возможностью многократного проведения эксперимента и проверки полученных решений. Математические методы моделирования делятся на стохастические и детерминированные [47].

Исходя из вышесказанного, **прикладная экономика** – это междисциплинарная область научных знаний и практических умений, в рамках которой разрабатываются конкретные алгоритмы и механизмы управления социально-экономическими системами, процессами и явлениями на основе количественного подхода. При этом качественные экономические характеристики допускают преобразование в числовые показатели, над которыми можно совершать корректные математические манипуляции.

Глава 1

ТЕОРИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ И КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ПРИКЛАДНОЙ ЭКОНОМИКИ

1.1. Прикладные методы и инструменты воздействия на экономическую деятельность предприятий

Под методом будем понимать общий путь научного исследования, позволяющий разработать совокупность способов достижения цели, приёмов, операций теоретического и практического познания действительности. Инструмент, в широком смысле, является средством воздействия на объект с целью его преобразования.

Механизм управления экономической деятельностью предприятия представляет собой систему методов и инструментов, используемых государством и частными структурами для оказания прямого и косвенного воздействия на устойчивое развитие данного субъекта.

Конкретные методы и инструменты, зачастую, связаны с подходами к управлению экономическим развитием компании.

В рамках количественного подхода к управлению экономической деятельностью предприятия используются детерминированные и стохастические методы [47].

На основе детерминированных методов разрабатываются детерминированные экономико-математические модели. Метод экономико-математического моделирования имеет ряд характерных особенностей. Выделим три из них.

1. Исследуется система экономических показателей, при помощи которых даётся количественная оценка отдельных сторон хозяйственной деятельности субъекта или системы. Каждое экономическое явление или процесс описывается, как правило, комплексом экономических показателей, которые в зависимости от объекта анализа группируются в подсистемы.

2. Система показателей изучается в их взаимосвязи, взаимозависимости и взаимообусловленности. Изучение взаимосвязи требует выявления соподчиненности показателей, выделения совокупного, результативного показателя и факторов, которые на него влияют. В процессе анализа показатели-факторы целесообразно предварительно классифицировать по группам: внешние и внутренние, основные и не основные, определяющие и не определяющие, входные и выходные. Факторы следует соотнести с уровнями управления.

3. Производится количественное измерение влияния факторов на совокупный показатель. Это далеко не всегда можно сделать легко, т.к. большинство факторов находится не в прямой функциональной зависимости, а в вероятностной, стохастической. Для того чтобы в последнем случае определить форму связи, следует провести статистические наблюдения,

накопить множество фактов, создать массив информации, обработать его и построить математическую модель.

Совокупность математических приёмов и способов, которые применяются при изучении экономических процессов, составляет методику экономико-математического анализа.

Методика этого анализа имеет свои особенности на различных этапах исследования:

- при первичной обработке информации;
- для изучения состояния и закономерностей развития исследуемых объектов и систем;
- при определении взаимного влияния показателей-факторов друг на друга;
- для оценки резервов роста эффективности управления субъектом или системой;
- при принятии экономических решений.

Множество методов, применяемых при исследовании процессов и явлений, протекающих на предприятиях, может быть сгруппировано по нескольким признакам:

- количественному (научному) подходу;
- характеру взаимосвязи между показателями;
- по объектам исследования (методы микро- и макроэкономики);
- способам оптимизации.

Количественный подход позволяет выделить три группы методов:

- общеэкономические;
- статистические (относятся к стохастическим методам);
- экономико-математические.

К общеэкономическим методам анализа относятся: сравнение, графическое сопоставление, балансовая увязка, цепные подстановки, арифметические разности и др.

Детерминированные экономико-математические методы представлены методами оптимального программирования и методами исследования операций и принятия решений. Эти группы методов порождают оптимизационный, программный и операционный подходы к управлению экономической деятельностью предприятия [47].

По признаку оптимальности все экономико-математические методы подразделяются на две группы: оптимизационные и не оптимизационные. Если при решении используется какой-либо критерий оптимальности, то метод относится к оптимизационным, в противном случае, он относится к группе не оптимизационных методов.

Многообразие перечисленных методов предоставляет широкие возможности в выборе инструментария исследования.

Для определения состояния и закономерностей развития исследуемых объектов и систем, определение взаимного влияния экономических показателей-факторов друг на друга, оценка резервов роста эффективности

управления и др. необходимо построить соответствующую математическую модель.

В общем смысле модель – это система, способная заменить оригинал (то есть реальную систему) так, чтобы её изучение давало информацию об оригинале. Модель может полностью или частично воспроизводить структуру моделируемой системы и её функции. Моделирование – процесс построения, реализации и исследования модели, который способен заменить реальную систему и дать информацию о ней.

Математическая модель – система математических и логических соотношений, которые описывают структуру и функции реальной системы.

Экономико-математическая модель – это математическое описание экономического объекта, процесса или явления с целью его исследования и управления. Адекватная экономико-математическая модель в этом контексте является организационной инновацией [47; 101].

На основании разработанной модели осуществляется процесс принятия экономических решений, который включает следующие этапы:

- предварительное формулирование проблемы;
- определение целей решения и выбор соответствующих критериев оптимальности;
- выявление и установление ограничений;
- составление списка альтернатив и их предварительный анализ с целью исключения явно неэффективных;
- сбор экономической информации и прогнозирование изменения параметров решения в будущем;
- точное формулирование поставленной задачи;
- разработка способов решения;
- анализ и выбор метода решения задачи и разработка алгоритма её решения;
- оценка альтернатив и выбор наиболее эффективных из них;
- принятие экономического решения.

Прикладными задачами экономико-математического моделирования являются:

- анализ экономических объектов и процессов средствами математики;
- экономическое прогнозирование с целью предвидения развития экономических процессов;
- выработка управленческих решений на всех уровнях хозяйственной иерархии.

Решение этих задач в среде информационных технологий предполагает создание чётких алгоритмов, разработку и отладку программ реализации алгоритмов на компьютере, осуществление проверки (верификации).

Стохастические методы управления используют математические методы моделирования, в которых состояние моделируемого объекта описывается случайными величинами.

В свою очередь, стохастические методы делятся на вероятностные, статистические и эконометрические методы управления социально-экономической системой. Вероятностные методы используют методы теории вероятностей. Статистические методы основаны на методах математической статистики. Эконометрические методы управления используют эконометрические методы моделирования.

Характеристики состояния в стохастических моделях определяются не однозначно, а через законы распределения вероятностей. Вероятностные методы оптимизации опираются на такие базовые понятия, как стохастический эксперимент, случайное событие, вероятность, вероятностное пространство, основные теоремы элементарной теории вероятностей. Эти понятия не только выводят к случайным величинам, но и определяют собой эффективный инструментарий – байесовские методы в экономике предприятия [47].

Если в экономико-математической модели какой-то фактор является случайным, то надо обосновать, что мы имеем дело со случайной величиной и классифицировать её. Дискретная случайная величина характеризуется таблицей распределения вероятностей или функцией распределения, что даёт возможность рассчитать математическое ожидание, дисперсию, среднее квадратическое отклонение, начальные и центральные моменты.

Дискретные случайные величины используют в методах актуарной математики при оценке рисков страхового бизнеса. Предполагается, что величина страховой выплаты в договорах страхования жизни, в медицинском и др. видах страхования, является дискретной случайной величиной.

Непрерывная случайная величина отличается от дискретной тем, что принимает не отдельные числовые значения, а заполняет своими значениями какой-то интервал числовой оси. Этот тип случайной величины характеризуется плотностью распределения вероятности (дифференциальной функцией) или интегральной функцией распределения.

При использовании методов актуарной математики по учёту рисков в страховом бизнесе предполагается, что момент наступления страхового события – это непрерывная случайная величина. Риски при долгосрочном страховании жизни достаточно хорошо описываются моделью А. де Муавра, которая базируется на равномерном распределении вероятностей.

Наиболее известные законы распределения случайных величин – биномиальный, пуассоновский, геометрический, нормальный, равномерный и др. – стали основой многих стохастических методов управления страховыми и финансовыми рисками. Центральная предельная теорема теории вероятностей А.М. Ляпунова объясняет значимость нормального распределения в приложении к оценке риска. Данное распределение обычно возникает в явлениях, подверженных большому количеству малых случайных воздействий.

Нормальный закон распределения вероятностей используется в методах стохастического программирования. Эти методы учёта экономических

рисков, при всей их сложности, более перспективны, чем методы математического программирования в детерминированной постановке.

Пуассоновский закон распределения вероятностей играет главенствующую роль в методах теории массового обслуживания, с помощью которой учитывают, в том числе, и производственные риски предприятий. В системах массового обслуживания используют теорию случайных процессов – марковские случайные процессы, цепи Маркова, матрицы вероятностей перехода и стохастические матрицы.

Выполнение научных исследований, проектирование и строительство промышленных, сельскохозяйственных и транспортных объектов в рамках экономической деятельности предприятия требуют календарной увязки большого числа взаимосвязанных работ, выполняемых различными организациями. Составление и анализ соответствующих календарных планов представляют собой сложную задачу, при решении которой применяются методы сетевого планирования. Модель сетевого планирования и управления отражает весь комплекс работ и событий, связанных с реализацией проекта в их логической и технологической последовательности и связи. Такие модели предназначены для планирования и управления сложными комплексами работ (проектами), направленными на достижение определённой цели в заданные сроки, что позволяет снизить инновационные и инвестиционные риски компаний [47; 102].

Традиционные подходы используют метод критического пути (Critical Path Method) и метод анализа и оценки программ (Program Evaluation and Review Technique).

Метод анализа и оценки программ отличается от метода критического пути тем, что для каждой операции рассчитываются её вероятностные характеристики. Его применяют для контроля сроков выполнения проекта. Метод PERT ориентирован на анализ таких проектов, для которых продолжительность выполнения всех или некоторых работ не удаётся определить точно.

Метод анализа и оценки программ применим при проектировании и внедрении новых систем, в том числе систем управления экономической деятельностью хозяйствующего субъекта. В таких проектах многие работы не имеют аналогов. В результате возникает риск нарушения сроков выполнения проекта.

Сетевые графики комплекса производственно-сбытовых операций могут иметь детерминированную или стохастическую структуру. Традиционный метод критического пути подразумевает детерминизм последовательности работ и времени их выполнения. Метод анализа и оценки программ используется для вероятностных сетевых моделей. В рамках метода предполагают, что время выполнения каждой работы является случайной величиной. Многочисленные исследования показали, что время выполнения работы хорошо описывается бета-распределением вероятностей, которое относится к непрерывным законам распределения.

Кроме одномерных случайных величин, рассматриваемых до настоящего момента, важную роль играют многомерные случайные величины. Именно для них вводят условные законы распределения, ковариацию, коэффициент корреляции.

Отдельную роль в вероятностных методах оптимизации рисков играет закон больших чисел П.Л. Чебышёва. Сущность закона больших чисел выражается в следующем: среднее арифметическое достаточно большого числа независимых случайных экономических показателей, риски которых не превышают некоторую константу, утрачивает характер случайной величины. Объяснить это можно тем, что отклонения каждого из показателей от своих математических ожиданий могут быть как положительными, так и отрицательными, а в среднем арифметическом они взаимно погашаются.

На теореме Чебышёва основан применяемый в статистике выборочный метод. Его суть состоит в том, что по сравнительно небольшой случайной выборке судят обо всей совокупности исследуемых объектов.

Важную роль в сфере управления экономической деятельностью предприятия играют статистические методы, основанные на хорошо развитом аппарате математической статистики.

Большинство социально-экономических показателей носят случайный характер. Для того чтобы охарактеризовать такой показатель числом, применяют метод моментов и/или метод максимального правдоподобия. Эти методы относятся к методам точечного оценивания параметров распределений, таких как ожидаемая эффективность внедрения инновации и её риск. К точечным оценкам предъявляются требования несмещённости, эффективности и состоятельности.

Более надёжными, чем точечные оценки, являются интервальные оценки величины риска предприятия. Такие интервалы называют доверительными. Их характеризуют точностью, надёжностью и доверительной вероятностью [1; 47].

При управлении экономической деятельностью хозяйствующего субъекта в качестве одного из инструментов используются статистические гипотезы. Различают нулевую и альтернативную гипотезы, простую и сложную. При этом оперируют понятиями: ошибка первого и второго рода, наблюдаемое значение критерия, критическая область, область принятия нулевой гипотезы, критическая точка.

Для проверки гипотез используют критерии согласия. Чаще всего используется статистический критерий хи-квадрат Пирсона. При необходимости – критерии Смирнова, Колмогорова и др.

Отдельную роль играют методы дисперсионного анализа. Эти методы оперируют такими понятиями как модель эксперимента, однофакторный анализ, таблица результатов наблюдений, общий, межгрупповой и внутригрупповой показатели риска. Перечисленный инструментарий позволяет сформулировать общий метод проверки влияния факторов риска на социально-экономический показатель посредством сравнения дисперсий.

Более глубокая проработка однофакторного подхода позволяет выйти на многофакторный анализ.

К статистическим методам оптимизации относятся методы корреляционного и регрессионного анализа. Принято различать функциональные, статистические и корреляционные зависимости. В экономических исследованиях чаще всего рассматривают регрессионные зависимости, которые объединяют линейные (корреляционные) и нелинейные модели.

Из статистических методов, опирающихся на теорию корреляции и регрессии, выросла отдельная наука – эконометрика (эконометрия). Эконометрические методы активно используются при моделировании в сфере управления экономической деятельностью предприятия, поэтому им нужно уделить особое внимание.

Объектом исследования эконометрики являются социально-экономические системы. В качестве них выступают отдельное предприятие или его часть, отрасль экономики, экономика территориального образования, рынок ценных бумаг и т.д.

Для изучения объекта создают эконометрическую модель – регрессионное уравнение или систему уравнений и тождеств, которые описывают социально-экономическую систему. Цель эконометрики – создание и изучение эконометрических моделей, которые способны осуществлять оптимальное управление экономическими процессами, в том числе управление территориальным развитием [11; 47].

Эконометрика изучает методы оценивания параметров моделей, характеризующих количественную взаимосвязь между экономическими показателями, а также рассматривает основные направления применения этих моделей в экономических исследованиях.

Простыми, но эффективными, являются однофакторные эконометрические модели. Их принято делить на линейные и нелинейные.

Спецификацию модели (определение типа эконометрического уравнения) осуществляют тремя способами:

- 1) графически, т.е. по виду корреляционного поля;
- 2) аналитически, т.е. исходя из теории изучаемой взаимосвязи;
- 3) экспериментально, т.е. по величине суммы квадратов случайных отклонений (остатков).

Параметры линейных эконометрических моделей оценивают с помощью метода наименьших квадратов (МНК). Этот метод является фундаментом эконометрики.

Числовые значения параметров линейных эконометрических моделей находят из системы нормальных уравнений. Тесноту линейной связи определяют по значению выборочного коэффициента корреляции. Значимость коэффициента корреляции и параметров эконометрического уравнения проверяют с помощью статистического критерия Стьюдента.

Степень влияния друг на друга социально-экономических показателей, входящих в однофакторную эконометрическую модель, определяют по

значению выборочного коэффициента детерминации. Проверка значимости уравнения линейной регрессии осуществляется с помощью дисперсионного анализа и статистического критерия Фишера.

Если все характеристики эконометрической модели оказались значимыми, то модель признают статистически адекватной. После этого можно строить точечный и интервальный прогнозы основного социально-экономического показателя (зависимой переменной).

В том случае, если линейная однофакторная эконометрическая модель не является адекватной, то предпринимают попытку построения нелинейной модели парной регрессии. Для этого её линеаризуют, т.е. сводят к линейной. Тип нелинейного уравнения подбирают упомянутыми выше тремя способами.

Адекватность нелинейных эконометрических моделей проверяют с помощью значений индексов корреляции и детерминации. В нелинейном случае принято вычислять коэффициенты эластичности и давать им объяснение.

Методы многофакторного эконометрического моделирования применяют в том случае, если на результативный социально-экономический показатель существенно влияют не менее двух других показателей. В общем виде уравнения множественной регрессии в правой части может содержать любую функцию, как линейную, так и нелинейную [2 – 9; 47].

Многофакторная линейная эконометрическая модель строится с помощью МНК, посредством системы нормальных уравнений. Часто проводят стандартизацию переменных. Коэффициенты парной и межфакторной корреляции служат для объяснения тесноты связей. Частные уравнения множественной линейной регрессии дополняют эконометрическую модель.

Многофакторные нелинейные эконометрические уравнения объясняют показателями эластичности. Типичным примером может служить производственная функция Кобба – Дугласа, часто используемая в теории управления экономической деятельностью предприятия. Оценивание параметров нелинейных многофакторных моделей осуществляют методами линеаризации и с помощью МНК.

В силу громоздкости представления статистических данных применяют матричную форму линейной модели множественной регрессии. Проверку условий применения МНК осуществляют посредством теоремы Гаусса – Маркова. Если условия теоремы выполняются, то используют оператор оценивания одношагового МНК. Рассчитывают ковариационную матрицу оценок параметров эконометрической модели. Далее осуществляют проверку значимости коэффициентов линейной регрессии с помощью статистического критерия Стьюдента. Алгоритм пошагового регрессионного анализа применяют для выявления незначимых независимых переменных, входящих в многофакторную линейную эконометрическую модель.

Теснота связи факторов в уравнении множественной линейной регрессии проверяется вычислением множественного коэффициента детер-

минации. Из него получают множественный коэффициент корреляции и проверяют его значимость критерием Стьюдента. Скорректированные множественные коэффициенты детерминации и корреляции – это несмещённые статистические оценки. Проверка значимости линейного уравнения множественной регрессии выполняется с помощью критерия Фишера. Расчёт точечных и интервальных прогнозов зависимой переменной тоже производят, благодаря матричному подходу.

До сих пор в качестве социально-экономических показателей рассматривались экономические переменные, принимающие количественные значения в некотором интервале. Вместе с тем может оказаться необходимым включить в модель фактор, имеющий два или более качественных уровней. Это могут быть разного рода атрибутивные признаки, такие, например, как профессия, пол, образование, климатические условия, принадлежность к определённому региону и т.п. Чтобы ввести такие переменные в регрессионную модель, им должны быть присвоены те или иные цифровые метки, т.е. качественные переменные будут преобразованы в количественные. Такого вида сконструированные переменные в эконометрике принято называть фиктивными переменными. В этом случае МНК применяется с некоторыми особенностями [12 – 19; 47].

В последние десятилетия существенно возрос интерес к моделям управления экономической деятельностью хозяйствующих субъектов на основе систем эконометрических уравнений. Принято различать системы одновременных эконометрических уравнений, системы независимых уравнений, системы рекурсивных уравнений, системы взаимозависимых уравнений. Важную роль играют структурная и приведённая формы модели в виде системы одновременных эконометрических уравнений. В них выделяют экзогенные, эндогенные и лаговые переменные.

Разработаны эффективные способы, позволяющие преодолевать проблему идентификации в различных формах систем эконометрических уравнений. Методами оценки параметров структурной формы модели в виде системы эконометрических уравнений являются различные формы МНК и метод максимального правдоподобия. Анализ и прогноз социально-экономических показателей с применением эконометрических методов осуществляют посредством информационных технологий.

При построении эконометрической модели используются два типа данных:

- 1) данные, характеризующие совокупность различных объектов в определённый момент времени;
- 2) данные, характеризующие один объект за ряд последовательных моментов времени.

Поэтому различают пространственные (статические), временные (динамические) и пространственно-временные эконометрические модели. Такой подход делит эконометрические методы на три типа:

- методы регрессионного анализа;

- методы анализа временных рядов;
- методы панельного анализа.

Выше была описана методика регрессионного анализа. Уделим теперь внимание временным рядам (рядам динамики).

Тенденция, сезонная и случайная составляющие в моделях динамики играют определяющую роль. Аддитивные и мультипликативные модели временных рядов – это основные типы динамических моделей эконометрического типа.

Автокорреляция уровней временного ряда, автокорреляционная функция и коррелограмма позволяют качественно описать социально-экономическую динамику. Моделирование тенденции временного ряда проводят с помощью МНК.

Моделирование сезонных колебаний временного ряда осуществляют статистическими методами. Разработаны алгоритмы построения моделей динамики, опирающиеся на метод скользящей средней. Полученные модели позволяют строить прогнозы социально-экономических показателей на будущие временные периоды.

Ещё одним направлением исследований является пространственная эконометрика [20 – 26; 47].

Например, при моделировании макроэкономических показателей регионов в составе государства учитывается не только влияние других факторов на эти показатели, но и значения этих же показателей в других регионах. Это может привести к существенному росту количества оцениваемых параметров, которые окажутся статистически незначимыми. Для сокращения числа параметров вводят взвешивающую матрицу, которая учитывает какую-то одну из следующих характеристик: наличие общих границ регионов, расстояния между ними, интенсивность торговых потоков, рыночный потенциал, особенности культурных и др. нематериальных ценностей жителей регионов. Иногда удаётся отобразить совокупное влияние всех регионов на данный посредством коэффициента пространственной автокорреляции, который аналогичен коэффициенту автокорреляции во временных рядах. Если данный коэффициент окажется статистически значимым, то в зависимости от его знака делается вывод о существовании положительных или отрицательных пространственных эффектов.

Методы панельного анализа оперируют панельными данными, под которыми понимают прослеженные во времени пространственные социально-экономические выборки. Панельные данные состоят из трёх измерений: признаки, объекты, время. Они позволяют проводить как анализ временных рядов, так и анализ пространственных выборок. С помощью панельных данных изучают бедность, безработицу, преступность и т.д., а также оценивают результативность государственных программ в области социальной политики, в том числе программ территориального развития.

Являясь системой прикладных методов и инструментов воздействия, механизм управления экономической деятельностью предприятия состоит

из подсистем: организационной, хозяйственной, институциональной, финансовой, бюджетной, социально-психологической и др.

На практике в конкретном механизме задействованы все подсистемы, но в определённых сочетаниях и пропорциях. Каждая из подсистем оказывает своё воздействие на объект управления, а комплексное воздействие всего механизма следует поставленной цели.

Например, в механизмах управления экономическим развитием региона обычно задействованы все подсистемы, поэтому их чаще всего называют организационно-экономическими механизмами.

В этом случае инструменты воздействия можно объединить в следующие группы, а именно: 1) инструменты управления государственным сектором экономики региона; 2) инструменты территориальной координации; 3) инструменты рыночного стимулирования и регулирования.

Первая группа инструментов (прямого воздействия) обеспечивает процессы управления государственными инновационными предприятиями и государственными организациями, участвующих в разработке инноваций. В отношении этих объектов управления применяются следующие инструменты воздействия: планирование их деятельности; прямое финансирование и инвестирование; кредитование; аудит, отчётность и контроль. Инструментами управления социальными инновациями являются дотации, субсидии и субвенции организациям социальной сферы. Необходимым инструментом является также инвестирование в транспортную и инженерно-коммунальную инфраструктуру региона. Без таких инструментов, как совершенствование аппарата управления и кадровое обеспечение управленческих структур, отвечающих за инновационную политику и инвестиционную деятельность, в принципе невозможно осуществление программ экономического развития региона [27; 47].

Вторая группа (координационных инструментов) включает в себя комплекс законов, подзаконных и локальных актов на основе гражданского законодательства. К координационным инструментам также относятся модели управления территориальным развитием, на основе которых действуют инструменты прогнозирования, планирования, выбора и реализации стратегии, разработки программ экономического развития территориального образования. Другими инструментами координации являются межбюджетные отношения, кластерная политика и государственно-частное партнёрство в сфере инновационной политики и инвестиционной деятельности.

Третья группа инструментов обеспечивает процессы стимулирования, регулирования и поддержки инвесторов и предпринимателей-инноваторов. К данным инструментам относятся налоговые льготы субъектам инвестиционно-инновационной деятельности, целевое кредитование инновационных проектов, дисконтная политика кредитования, поддержка финансового лизинга, совместное финансирование инновационных проектов государством и частными структурами, развитие конкурентной среды, поддержка различных категорий инвесторов, предоставление информаци-

онных и консультационных услуг по организации инновационного бизнеса, экспертная деятельность, выдача лицензий, создание свободных экономических зон, перераспределение доходов и ресурсов, ценообразование, создание благоприятных условий для привлечения иностранных инвестиций.

Среди экономических методов воздействия наиболее важными являются налоговые, бюджетные, антимонопольные и кредитно-финансовые методы.

Налоговые методы осуществляются предоставлением налоговых льгот субъектам экономической деятельности, как путём сокращения налогооблагаемой базы, так и путём уменьшения налоговых ставок, вычетами из налоговых платежей. Кроме этих налоговых льгот предлагается применять другие, а именно: инновационный и инвестиционный налоговый кредит, т.е. отсрочка налоговых платежей в части затрат из прибыли на инновационные цели; снижение налога на прирост инновационных затрат; «налоговые каникулы» в течение нескольких лет на прибыль от осуществления инновационных проектов; льготное налогообложение дивидендов юридических и физических лиц по акциям инновационных предприятий; дифференциация налоговых льгот в зависимости от значимости инновационных проектов; льготное налогообложение прибыли, полученной от использования интеллектуальной собственности (патентов, лицензий, ноу-хау и др. нематериальных активов); снижение налоговой ставки на прибыль компании, направленную на НИОКР (научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы); уменьшение налогооблагаемой прибыли на сумму стоимости приборов и оборудования, переданных технопаркам на базе ВУЗов (высших учебных заведений) и НИИ (научно-исследовательских институтов), корпоративным учебным центрам и другим организациям, осуществляющим инновационные проекты; в случае использования части прибыли компании на инновационные проекты зачисление её на специальные счета с последующим льготным налогообложением. Иногда из налогооблагаемой прибыли предприятия исключают весь объём благотворительных взносов на нужды технологического обновления [47; 65].

Бюджетные методы воздействия претворяются в жизнь через предоставление бюджетных субсидий на возмещение процентов по кредитам и затрат по лизингу, бюджетное кредитование, вклады государства в уставный капитал компаний, выпуск облигаций внутреннего государственного займа для финансирования инновационных проектов, предоставление прав на льготные условия пользования государственным и муниципальным имуществом, землёй и другими природными ресурсами.

Антимонопольные методы воздействия осуществляются посредством развития конкурентной среды и поддержкой различных категорий инвесторов, предоставления информационных и консультационных услуг по организации инновационного бизнеса, а также по составлению бизнес-планов инвестирования инновационной деятельности.

Таковы, в общих чертах, прикладные методы и инструменты воздействия на экономическую деятельность современных предприятий.

1.2. Прикладные аспекты подходов к управлению развитием социально-экономических систем регионального и отраслевого уровней

В данном разделе речь будет идти об экономическом развитии регионов и отраслей.

Территориальный субъект – это географически очерченная социально-экономическая система со сложившимся хозяйственным комплексом, которая играет роль подсистемы относительно социально-экономической системы более высокого уровня и с более широкими границами. Территориальный субъект характеризуется традиционным местом и ролью в системе более высокого уровня, устоявшейся социальной инфраструктурой и качеством жизни, уровнем развития человеческого капитала, доминированием конкретного технологического уклада, собственными параметрами экономической свободы, уровнем развития образования и науки, конкурентоспособностью экономики, долей инновационных предприятий и инновационной продукции, собственными традициями в управлении экономикой, сложившимся инвестиционным климатом.

Термин «регион» будем понимать как часть государства с характерными признаками, к которым относятся близость природных и географических свойств, сходство хозяйственных структур и видов экономической деятельности, лингвистическое, религиозное, этническое и культурное единство народонаселения.

Макрорегион – это территория нескольких регионов со схожими географическими и природными условиями, которая в прошлом имела однотипные хозяйственные, культурные и идеологические признаки развития. Регионы, входящие в макрорегион, имеют либо примыкающие границы, либо сухопутных границ не имеют, но располагаются в относительной близости. Территориальные субъекты взаимодействуют в рамках межрегиональных организаций. Их экономики дополняют друг друга и формируют самодостаточную социально-экономическую систему, способную существовать практически автономно [47; 67 – 78].

Примерами макрорегионов могут служить федеральные округа России.

Под экономическим развитием территориального субъекта понимается развитие, которое направлено на совершенствование производственных процессов, переход к новым технологическим укладам, улучшение инфраструктуры жизнеобеспечения, эффективное использование человеческого капитала, материальных и финансовых ресурсов, рост конкурентоспособности данной территории.

Под управлением экономическим развитием территориального субъекта понимается разработка приоритетных направлений воздействия на

экономику и социальную сферу территории для достижения поставленных целей.

В научных исследованиях подход – это направление методологии научного познания, которое ведёт к способу решения проблемы, осуществлению поставленной цели, объяснению явления. В свою очередь, методология – это совокупность подходов, принципов, положений, методов, инструментов, применяемых в определённой последовательности согласно плану решения фундаментальных и прикладных научно-исследовательских задач.

Теоретико-методологические подходы к управлению территориальным развитием представляют собой совокупность приёмов и способов реализации стратегической идеи с помощью метода или группы методов, и имеющих теоретическое и методологическое основания, которые позволяют выбрать предмет исследования, поставить цель, сформулировать задачи, решить их, оценить полученные результаты и сделать выводы.

Наиболее важными направлениями в методологии исследования особенностей развития территориальных субъектов являются:

- социально-экономический подход;
- исторический подход;
- системный подход.

Социально-экономический подход изучает взаимосвязь уровня и качества жизни населения с экономическими достижениями конкретного территориального субъекта. При таком подходе регион или макрорегион рассматривается как социально-экономическая система, в которой достигнут определённый баланс между социальной и экономической сферами. Уровень развития материального производства влияет на социальные стандарты. В свою очередь социальная сфера ставит новые задачи перед производственной сферой. При всей открытости современных социальных и экономических отношений нужно помнить, что территориальный субъект имеет свои границы, в рамках которых действуют региональные и муниципальные органы управления. Жизнеобеспечение населения осуществляется, в значительной мере, внутри территориальной социально-экономической системы [47; 80].

В рамках социально-экономического подхода к экономическому развитию территориального субъекта важную роль играет инвестиционно-инновационная составляющая его экономики. Под инвестиционно-инновационным развитием территории понимается экономическое развитие, которое обеспечивается инвестициями в инновации, а под управлением таким развитием – воздействие на инновационную политику и инвестиционную деятельность.

К основным видам инноваций относятся технологические, организационные, продуктовые, маркетинговые и социальные.

Внедрение новых технологий и совершенствование уже известных называют технологическими инновациями. Последние тесно связаны с НИОКР.

Организационные инновации базируются на совершенствовании системы менеджмента. В частности, к организационным инновациям относятся экономико-математические методы и модели, направленные на оптимизацию системы управления соответствующим объектом или процессом (хозяйственным комплексом региона, предприятием, отраслью, стратегическими запасами, экономическим развитием территории, инвестициями, технологической модернизацией сектора промышленности и пр.).

Создание продуктов с новыми и полезными свойствами принято называть продуктовыми инновациями. В свою очередь, инновационный продукт является результатом экономической инновации, под которыми понимают:

- создание нового товара или услуги;
- создание нового метода производства;
- открытие нового рынка для реализации товара;
- открытие нового источника факторов производства, т.е. ресурсов, необходимых для производства товаров и услуг;
- создание новой формы организации экономики отрасли.

Маркетинговые инновации связаны с разработкой новых или значительным улучшением уже известных маркетинговых методов. Под таковыми понимают коренные изменения в формах продвижения товара от производителя к потребителю (дизайн и упаковка продуктов, способы продаж и презентаций, ценовые стратегии и т.п.).

Социальные инновации влекут существенные изменения в жизни общества. Под ними подразумеваются новшества в педагогике, системе управления социумом, благотворительности, сфере обслуживания и т.д.

Инвестиционно-инновационное развитие территориального субъекта влечёт положительные изменения в экономике данной территории. Речь идёт о постепенных количественных, качественных и структурных изменениях, которые улучшают уровень жизни населения, что позволяет говорить в целом о социально-экономическом развитии региона или макрорегиона. Инвестиционно-инновационное развитие обеспечивает многоукладность экономики и её технологическое совершенствование [47].

Субъекты хозяйственной деятельности, стремясь принимать наиболее рациональные экономические решения, находятся под воздействием социальных институтов – государства, политических партий, профсоюзов, общественных организаций, учреждений. Институциональный подход предполагает анализ особенностей институтов управления экономическим развитием территориальных субъектов. На институциональном уровне принято различать государственное управление (публичный менеджмент), управление предпринимательской деятельностью, управление некоммерче-

скими организациями и т.д. Институциональный подход входит в группу социально-экономических подходов к управлению.

Помимо институционального, к социально-экономическим подходам относится адаптивный. Адаптивный подход означает применение гибких способов управления, позволяющих подстроиться к изменению внешних условий. Подход основан на возможности регулировать параметры системы менеджмента в зависимости от изменения параметров объекта управления.

Социально-экономические подходы также включают в себя межотраслевой, дирижистский, кадровый, структурный, технологический и др. подходы к управлению экономическим развитием территориального субъекта.

Системный подход предполагает, что экономика данной территории является целостным комплексом взаимосвязанных элементов. Эффективность управления достигается системными методами, которые будут обеспечивать целостность, иерархичность строения, структурированность и множественность системы управляющих воздействий.

К системным подходам принято относить диалектический, стратегический и сценарный подходы. Диалектический подход предполагает эволюционное, последовательное обновление действующей системы органов управления с учётом современных тенденций территориального развития. Стратегический подход к управлению подразумевает разработку стратегий экономического развития регионов и макрорегионов. Сценарный подход к управлению основан на разработке сценариев территориального развития и их сопоставлении с имеющимися альтернативами [47; 91].

Научные подходы к управлению экономическим развитием территориального субъекта используют научные методы получения знаний и решения задач. Исследования по эволюции управления экономикой выделяют следующие научные подходы к управлению: процессный; кибернетический; ситуационный; количественный.

Можно выделить еще ряд различных подходов к управлению экономическим развитием территориального субъекта. Особо среди них хотелось бы выделить количественный подход, который является основным в совокупности знаний прикладной экономики.

Количественный подход к управлению экономикой заключается в том, что вместо реальной системы управления исследуется её экономико-математическая модель, т.е. условный образ, характеризующийся доступностью, дешевизной, простотой осмысления, возможностью многократного проведения эксперимента и проверки полученных решений. В то же время количественные подходы делятся на детерминированные и стохастические.

Детерминированные подходы к управлению экономическим развитием территориальных субъектов используют математические методы моделирования, в которых случайная (стохастическая) составляющая отсут-

ствуется или ею можно пренебречь. Способ решения задачи управления определен однозначно в виде последовательности шагов. К детерминированным подходам относятся общеэкономические, оптимизационные, программные и операционные подходы, которые опираются на прикладные методы с одноименными названиями.

Стохастические подходы к управлению используют математические методы моделирования, в которых параметры, условия функционирования и характеристики состояния моделируемого объекта представлены случайными величинами и связаны стохастическими зависимостями, либо исходная информация представлена случайными величинами. К стохастическим подходам относятся вероятностные, статистические и эконометрические подходы, базирующиеся на одноименных прикладных методах.

Рассмотрим один из важнейших факторов, влияющий на управление устойчивым развитием экономики промышленных отраслей территориального субъекта – человеческий капитал.

Нынешнее состояние экономических отношений подчеркивает значимость человеческого капитала, являющегося источником и движущей силой инновационного развития территориальных единиц. Региональный человеческий капитал, наряду с концентрацией ресурсов, выступает в роли ведущего фактора прогрессивных изменений экономики и социальной сферы территориального субъекта [47; 104].

На региональный характер экономических трансформаций влияют внутренние факторы, определяемые состоянием человеческих ресурсов. В число нематериальных активов попадают компетенции, умения, способность к труду, знания, динамика получения образования работниками предприятий. Качество персонала выводит в региональные и национальные лидеры хозяйствующие субъекты отраслей индустрии.

Таким образом, человеческий капитал – это комплекс результатов познания действительности, характеризуемых знаниями, навыками и умениями, которые служат удовлетворению социально-экономических потребностей, как отдельного индивидуума, так и всего общества. При этом формирование регионального человеческого капитала созвучно процессам генерации экономики и социальной сферы территориальной единицы.

Важным блоком системы управляющих воздействий на инновационное развитие региона является диагностика факторов развития регионального человеческого капитала. При этом уровень образованности трудовых ресурсов складывается из Z_1 – доли работников, имеющих среднее общее образование, Z_2 – доли работников со средним специальным образованием, Z_3 – доли работников со средним специальным образованием, получивших дополнительную квалификацию рабочих и служащих, Z_4 – доли работников, имеющих высшее образование, для которых выполняется тождество:

$$Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 = 1.$$

Об уровне образования работников предприятий, организаций и учреждений региона судят по значению индикатора [18 – 20; 103]:

$$I_Z = 0,1 \cdot Z_1 + 0,25 \cdot Z_2 + 0,35 \cdot Z_3 + 0,3 \cdot Z_4.$$

В сумме весовые коэффициенты образуют единицу. Их значения определялись приоритетностью с помощью методики статистических устойчивостей. В коэффициентах учтено инновационное развитие российских регионов. При этом значения уровневых индикаторов образования удовлетворяют двойному неравенству:

$$0,1 \leq I_Z \leq 0,35.$$

Региональная система вознаграждения за труд определяется долевым участием уровня образования работающего населения:

- 1) G_1 – среднего общего;
- 2) G_2 – среднего специального;
- 3) G_3 – среднего специального с допквалификацией;
- 4) G_4 – высшего.

Их сумма равна:

$$G_1 + G_2 + G_3 + G_4 = 1.$$

Оплата труда выражена в оценке своего индикатора и рассчитывается следующей формулой:

$$I_G = 0,1 \cdot G_1 + 0,25 \cdot G_2 + 0,35 \cdot G_3 + 0,3 \cdot G_4.$$

Значение индикатора изменяется в пределах:

$$0,1 \leq I_G \leq 0,35.$$

Формирование интегрального индикатора уровня развития человеческого капитала региона осуществляется равенством:

$$R = 0,4 \cdot I_Z + 0,6 \cdot I_G.$$

Как и ранее, в сумме весовые коэффициенты дают единицу. В их оценке учтена экономическая значимость индикаторов. Сами же оценки получены с помощью методики статистических устойчивостей процессов

внедрения инноваций в экономику регионов России. Уровень оплаты труда занятого населения региона имеет больший статистический вес, чем уровень образования и квалификации, согласно фактору экономической заинтересованности трудовых ресурсов (рис. 1.1).

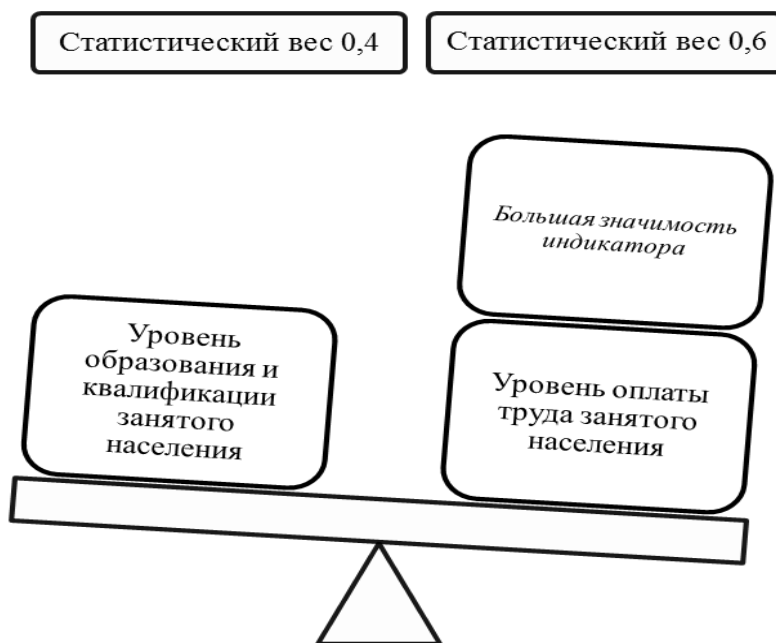


Рис. 1.1 – Прикладные аспекты формирования интегрального индикатора уровня развития человеческого капитала региона [16; 17; 103]

Интегральный индикатор степени развития регионального человеческого капитала заключён в следующих границах:

$$0,1 \leq R \leq 0,35 .$$

Эмпирически установлено, что значения интегрального индикатора могут сохраняться в течение нескольких лет с небольшими колебаниями. Этот факт свидетельствует о том, что уровень развития человеческого капитала региона является достаточно устойчивой величиной, существенно изменяющейся при коренных экономических и социальных преобразованиях (табл. 1.1).

Дальнейшее развитие результатов показало, что региональный человеческий капитал находится под существенным влиянием капитала компетенций при внедрении инноваций в экономические и социально-трудовые системы. Такой капитал включает профессиональные, интеллектуальные, коммуникативные и креативные компетентности, что позволяет определить направления развития регионального человеческого капитала.

Интервальные характеристики интегрального индикатора могут сохраняться до пяти лет с соответствующими смысловыми трактовками (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Диагностика факторов развития регионального человеческого капитала

Результирующий индикатор	Степень развития человеческого капитала региона	Необходимые мероприятия
$R \in [0,325; 0,35]$	Высокая	Поддерживать достигнутый баланс развития регионального человеческого капитала
$R \in (0,3; 0,325)$	Достаточная	Устранять промахи, допущенные в развитии регионального человеческого капитала (случай приемлемый)
$R \in [0,275; 0,3]$	Удовлетворительная	
$R \in (0,225; 0,275)$	Низкая	Необходим существенный скачок при переходе в более высокую степень развития человеческого капитала региона (случай трудный, но исправимый)
$R \in [0,1; 0,225]$	Неудовлетворительная	Требуется коренная смена вектора всестороннего количественного и качественного развития человеческого капитала в регионе (случай катастрофичный)

Основным является ресурсный подход, включающий базис формирования регионального человеческого капитала в лице трудоспособной части населения с развитыми (в достаточной мере) физической силой и интеллектом, полученными в ходе общеобразовательного цикла и профессионального обучения. Экономические и социально-трудовые системы регионов обладают инновационным потенциалом, реализация которого зависит от предпринимательских навыков человеческих ресурсов, способных организовать и осуществлять прибыльную хозяйственную деятельность, что имеет прямое отношение к капиталу компетенций (рис. 1.2).



Рис. 1.2 – Взаимодействие человеческого капитала с капиталом компетенций [12 – 15; 103]

Развивая методологию менеджмента инноваций, внедряемых в экономические и социально-трудовые системы регионального и отраслевого масштабов, формируя человеческий капитал, будем исходить из базовых принципов. Целостность, иерархичность, структурированность, множественность и системность служат фундаментом для последующей концептуализации (рис. 1.3).



Рис. 1.3 – Основы формирования человеческого капитала в системе управления инновациями [11; 103]

Человеческий капитал, находясь в состоянии формирования, является частью системы менеджмента инноваций, инициируя мониторинг конкурентоспособности экономики территориальной единицы.

Аналитически установлено, что технологическое обновление экономик регионов влияет на устойчивое развитие промышленных отраслей территориальных единиц.

Необходимость формирования территориальной образовательнотехнической среды, играющей роль ведущего фактора в обеспечении технологического обновления экономик регионов, обусловлено продуктивностью управления устойчивым развитием промышленных отраслей.

Зачастую понятие «развитие промышленности» рассматривается как статистическая категория, которую характеризует комплекс показателей достижения результата с ожиданием качественных изменений в состоянии индустрии. Экономический рост, процессы структурных изменений, создание рабочих мест, повышение уровня жизни, хозяйственные отношения в стране и её регионах, обороноспособность всего государства зависят от развития промышленности.

В целом же устойчивое развитие национального хозяйства опирается на инновации и технологический прогресс как детерминанты повышения эффективности, снижения издержек и улучшения качества продукции, переход к более энергоёмким и экологичным технологиям производства, позволяющим снизить негативное воздействие промышленности на окружающую среду. Важную роль в этих процессах играет формирование регионального человеческого капитала, способствующее повышению производительности труда и конкурентоспособности промышленных предприятий [47; 88].

Инфраструктурные изменения улучшают доступность ресурсов и рынков, поддерживая малый и средний бизнес, диверсифицируя экономику регионов и отраслей, создавая рабочие места. Образование промышленных кластеров в виде групп предприятий, специализирующихся в одной области, совместно использующих ресурсы, знания и опыт, требует государственной поддержки.

Промышленная политика, стимулирующая инвестиции в технологическое обновление экономик регионов России, актуализирует комплексный охват, включающий в себя усилия со стороны правительства, предпринимателей, образовательных учреждений и общества в целом. Обеспечение технологического обновления экономик регионов Российской Федерации нуждается в балансе между инновациями, инвестициями, регулированием и социальными аспектами. При этом не будем снимать со счетов необходимость санкционного импортозамещения и обретения промышленного суверенитета.

Таким образом, формированию регионального человеческого капитала по основным позициям способствуют целевые ориентиры, представленные на рис. 1.4.

НАЦИОНАЛЬНАЯ ЦЕЛЬ: ДОСТОЙНЫЙ, ЭФФЕКТИВНЫЙ ТРУД И УСПЕШНОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО	
	Обеспечение темпа роста валового внутреннего продукта страны выше среднемирового при сохранении макроэкономической стабильности
	Обеспечение темпа устойчивого роста доходов населения и уровня пенсионного обеспечения не ниже инфляции
	Реальный рост инвестиций в основной капитал не менее 70 % по сравнению с показателем 2020 года
	Реальный рост экспорта несырьевых неэнергетических товаров не менее 70 % по сравнению с показателем 2020 года
	Увеличение численности занятых в сфере малого и среднего предпринимательства, включая индивидуальных предпринимателей и самозанятых, до 25 млн. чел.

Рис. 1.4 – Условия формирования человеческого капитала [6 – 10; 103]

Интенсификация инвестиционных потоков в ОПФ (основные производственные фонды) предприятий обрабатывающей индустрии предусмотрена государственной программой, что достигается отечественными разработками и внедрением средств современного производства, координацией проектов технико-технологической модернизации и цифровой трансформации отраслей промышленности согласно тенденциям возрастающего спроса на продукцию с существенной добавленной стоимостью, технологическим обновлением экономик регионов России, обеспечением промышленности необходимыми материалами, созданием опережающей многофункциональной и высокотехнологичной инфраструктуры в новых отраслях индустрии, реализацией инновационной кадровой политики.

Управляющие воздействия предполагают наращивание мощности и производительности промышленных предприятий, рациональное использование ресурсов, повышение качества выпускаемой продукции и расширение её ассортимента. Устойчивое развитие каждой отрасли промышленности возможно при установлении прочных производственных связей и межотраслевых объединений.

Используя прикладную методику теории случайных процессов, разработанную Б.В. Бондаревым, введём в рассмотрение асимптотическую устойчивость динамических систем. Временной интервал $t \in [a; b]$ считается отрезком устойчивого развития промышленной отрасли, если выполняется неравенство [103]:

$$\begin{aligned}
P\left\{\sup_{0 \leq t \leq T} \frac{|X_\varepsilon(t) - \xi_\varepsilon(t)|}{\sqrt{\varepsilon}} > R\right\} &\leq 6c_3 \left(1 + \frac{1}{\varepsilon}\right) \exp\left\{-\frac{\delta(\varepsilon)}{\sqrt{\varepsilon}} c_9\right\} + \\
&+ \frac{3c_1 \sqrt{\varepsilon}}{1 - \delta(\varepsilon)\sqrt{\varepsilon}} \exp\left\{-c_2 \left(\frac{1}{\sqrt{\varepsilon}} - \delta(\varepsilon)\right)^2\right\} + \frac{2c_{10}}{R - c_{12}\delta(\varepsilon)} \exp\left\{-c_{11}[R - c_{12}\delta(\varepsilon)]^2\right\} + \\
&+ \left(1 + \frac{1}{\varepsilon}\right) \exp\left\{-\left[\frac{\delta(\varepsilon)c_7}{LT\sqrt{\varepsilon}} - 2e(2c_0 + T)|b|\right] \frac{1}{8H(2c_0 + T)}\right\} + \\
&+ \frac{2c_1}{c_8(R - 2\delta(\varepsilon)) - 2\delta(\varepsilon)} \exp\left\{-\frac{c_2}{4} (c_8(R - 2\delta(\varepsilon)) - 2\delta(\varepsilon))^2\right\} \stackrel{def}{=} p_\varepsilon^4(R).
\end{aligned}$$

Левая часть неравенства содержит вероятность случайного события. Супремум определяет точную верхнюю границу множества абсолютных отклонений фактического значения $X(t)$ объёма реализации продукции промышленной отрасли от теоретического $\xi(t)$, моделируемого случайным процессом быстрых случайных осцилляций с малым параметром ε и эталонным значением предела R .

Ошибка оценивания не должна превышать 0,05, т.е. вероятность утраты устойчивости развития промышленной отрасли составляет не более 5%. Саму же устойчивость будем называть «асимптотически экспоненциальной».

Моделирование случайных процессов определило прогнозные значения, отмеченные на рис. 1.5.

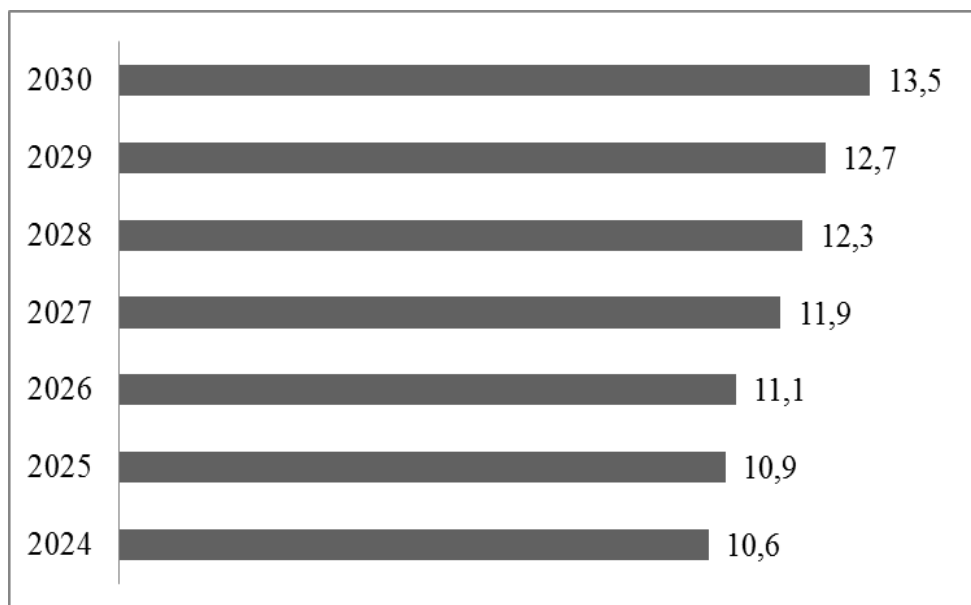


Рис. 1.5 – Прогнозирование удельного веса (%) обладателей высшего инженерного и технического среднего специального образования среди населения России в возрасте 17 – 25 лет [103; 104]

Анонсируемый подход позволяет прогнозировать временные интервалы устойчивого развития, в течение которых колебания экономических показателей промышленных отраслей приводят всю динамическую систему в движение, интенсивность которого со временем затухает, демонстрируя стабильность. Региональный человеческий капитал в периоды устойчивого развития связан с формированием территориальной образовательной научно-технической среды (рис. 1.5).

Прогнозируемый стабильный рост коррелируется с динамикой количества разрабатываемых технологий в контексте реализации промышленной политики. Поддержка асимптотически экспоненциальной устойчивости развития промышленных отраслей должна опираться на мероприятия по защите инвестиций, отражающиеся в кадровом обеспечении, локализации производств в регионах со сформировавшейся территориальной образовательной научно-технической средой, увеличении объёмов выпуска импортных аналогов продукции, росте экспортного потенциала индустриальных товаров [47; 101].

Эффективное управление устойчивым развитием промышленных отраслей решает вопрос увеличения объёмов выпускаемой и экспортируемой продукции, чему служат механизмы специализированных инвестиционных контрактов, фонды развития индустрии национального и регионального масштабов, субсидиарные меры поддержки, ориентированные на привлечение средств частных инвесторов в технологическое обновление экономики российских субъектов.

Стимулирование экспорта продукции индустрии опирается на потенциал трудовых ресурсов, задействованных в промышленных отраслях (рис. 1.6), с выходом на формирование регионального человеческого капитала.

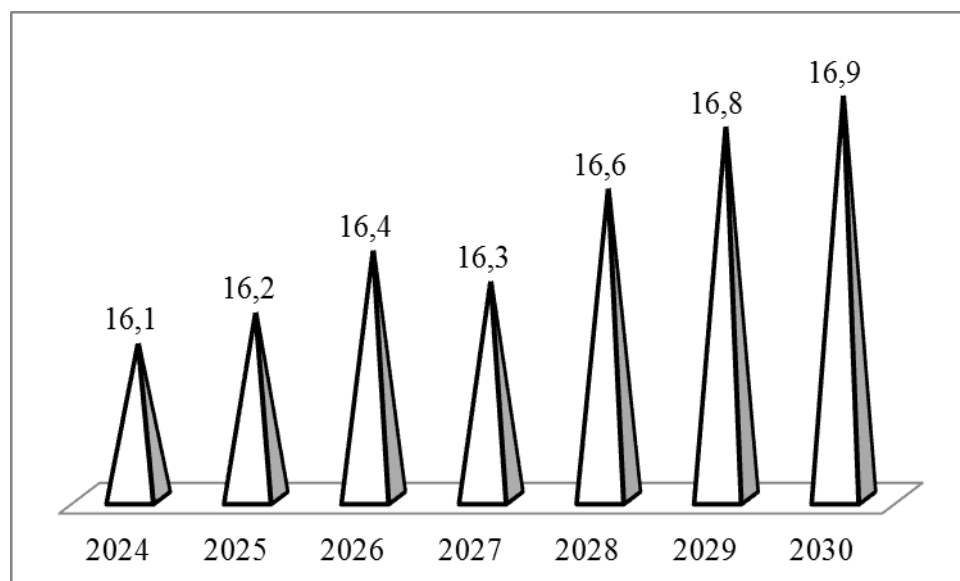


Рис. 1.6 – Прогноз доли (%) трудоспособного населения, обладающего навыками в области промышленных технологий [3 – 5; 103]

Предполагаются позитивные изменения, хотя и не слишком быстрые. Монетизации регионального человеческого капитала способствует поощрение государством заключения специальных инвестиционных контрактов по серийному производству промышленных товаров и услуг на базе конкретных импортозамещающих технологий. Сохранность капиталовложений в инфраструктурные промышленные проекты зависит от налогового законодательства, таможенного регулирования, норм землепользования и градостроительства.

Региональный человеческий капитал ждёт привлечения к участию в программах стимулирования роста конкурентоспособности промышленной продукции с перспективами увеличения объёмов производства и последующего экспорта индустриальных товаров, работ и услуг. Государство заинтересовано в субсидировании создания промышленных технологий от опытных образцов до массового производства. В особенности востребованы технологии критического характера (без которых не обойтись) и сквозного назначения (универсальных для большинства отраслей индустрии Российской Федерации).

Кооперация образовательных и научно-исследовательских учреждений с индустриальным бизнесом соответствует характерным проявлениям уровня развития регионального человеческого капитала. На этом фоне символично установление государством льготных режимов промышленным кластерам путём субсидирования частичного возмещения затрат на приобретение производственного оборудования и выпуск продукции, отнесённой к разряду критической [47; 55].

Управление устойчивым развитием промышленных отраслей должно базироваться на росте качества регионального человеческого капитала, наряду с модернизацией основных производственных фондов, автоматизацией и роботизацией промышленных процессов, использованием современных материалов, что особенно важно для хозяйственных комплексов новых территорий России.

Промышленные разработки должны соблюдать экологические нормы и требования, учитывать последствия влияния на природу. Производственные, научно-технические и инновационные ресурсы регионального человеческого капитала способны к синергетическим эффектам в индустрии с перспективой роста конкурентоспособности выпускаемой продукции.

Основой дальнейшего развития регионального человеческого капитала является учёт интересов и потребностей общества, создание безопасных и комфортных условий труда, предоставление возможностей роста производственного профессионализма, улучшение жизни российских граждан. Инвестиции в технологическое обновление экономик российских регионов дадут толчок инновациям, цифровой трансформации, созданию современного образа промышленных отраслей с учётом национальных целей импортозамещения.

1.3. Методология прикладного оценивания показателей развития в системе управления региональной экономикой

Рассмотрим один из подходов к оцениванию показателей развития экономики территориального образования на примере регионов с развитыми тяжёлыми отраслями промышленности. Большинство таких регионов, расположенных в границах бывшего Советского Союза, имеют схожие черты в экономике и социальной сфере. Они отличаются сформировавшимся и устоявшимся хозяйственным комплексом с доминирующим материальным сектором (производит предметы труда) в ущерб фондосоздающему сектору (производит средства труда) и потребительскому сектору (производит потребительские товары и услуги), в которых преобладают устаревающие третий и четвёртый технологические уклады экономики.

Чаще всего индустриальные регионы имеют проблемы диверсификации отраслевых экономик, номенклатуры выпуска изделий, конкурентоспособности сервиса, совершенствования форматов бизнес-деятельности, обновления технологий, структуры производств, затратности базовых секторов промышленности, критической изношенности по основным производственным фондам цифровизации отраслевых мощностей, спроса на квалифицированные трудовые ресурсы, специализации и переобучения работников, мобильности персонала и кадрового инвестирования, оплаты труда, роста безработицы, экологизации, социальной адаптации населения.

Преодоление устаревших форматов региональной индустрии лежит в плоскости ресурсосбережения, которое значимо для всех секторов экономики. Структурная перестройка территориального хозяйственного комплекса должна затронуть инвестиционную деятельность и инновационную политику [47; 99].

При наличии результатов в задачах формирования методик оценки степени эффективности инвестирования в инновации регионального и отраслевого масштабов нет единого методологического подхода. Имеют место некоторые «размытости» понятийно-категориального аппарата в сфере затрагиваемой проблематики. Заметим также, что многие исследователи оперируют детерминированными подходами к анализу региональной экономики и избегают стохастических методов оценивания, которые учитывают факторы неопределённости.

Этими аргументами обусловлена необходимость совершенствования методов оценивания характеристик, присущих инвестиционно-инновационному развитию региона. Для этого предлагается задействовать математический инструментарий, опирающийся на эконометрику, а также стохастические методы при исследовании операций, что помогает принимать управленческие решения по территориальному хозяйственному комплексу.

Инвестиционно-инновационное развитие региона является направлением в устойчивом социально-экономическом развитии территориального субъекта. При этом инвестирование инноваций выступает в роли катализатора перехода к новому технологическому укладу экономики, технического обновления производственно-сбытовых отношений, рационального использования задействованных ресурсов, устойчивого роста конкурентоспособности регионального хозяйственного комплекса, монетизации в человеческом капитале территориальной единицы, улучшения качества среды жизнеобеспечения людей.

Управление экономикой региона определяется воздействиями на хозяйственные и социальные отношения в его территориальных границах. Менеджмент такого рода складывается из связанно-взаимодействующих финансово-хозяйственных институтов, а также бизнес-форм, образованных при распределении и потреблении экономических ресурсов в производстве продукции и предоставлении сервисных услуг.

Будем отталкиваться от детерминированной модели открытой трёхсекторной экономики В.А. Колемаева [47]. Обозначим годовой объём выпуска продукции материального сектора региональной экономики, как X_0 , фондосоздающего – X_1 , потребительского – X_2 . Вместе образуется совокупный стоимостной объём продукции, выпущенной в регионе за год:

$$X_0 + X_1 + X_2 = X_{\Sigma}$$

Доли секторных объёмов выпусков характеризуют хозяйственные отношения в территориальных субъектах. Для экономик регионов Российской Федерации пропорции отражены на рис. 1.7.

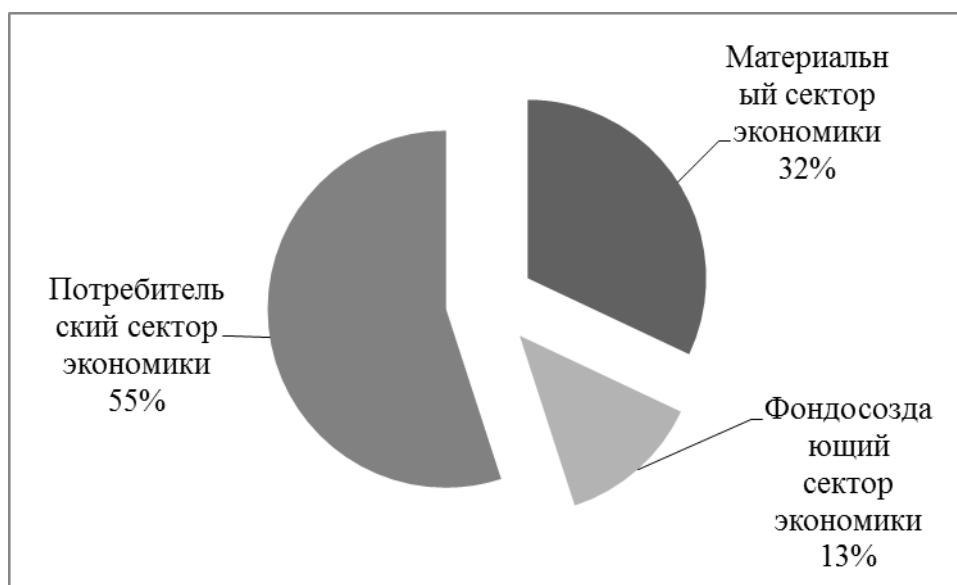


Рис. 1.7 – Доли секторов экономик российских регионов за период 2010 – 2024 гг. (без учёта Республики Крым и др. новых территорий) [2; 103]

Отставание фондосоздающего сектора экономики, производящего инвестиционные товары на предприятиях производственного машиностроения и производственного строительства, подтверждает тот факт, что в регионах имеет место преобладание 4-го технологического уклада с весомой долей 3-го. Основная доля прибыли предприятий в регионе образуется материальными формами производства и концентрированием капитала, т.е. практически без инноваций.

Предложим вероятностную методику, оценивающую показатели инвестиционной деятельности и инновационной политики в регионе. Для этого задействуем математический инструментарий, объединяющий эконометрику и теорию стохастических процессов (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Стохастическая методика оценки уровневых характеристик инвестирования в инновации регионального масштаба [47; 58; 103]

Показатель	Аналитическое оценивание показателей
Модель объёмов производства товаров и услуг в секторном разрезе регионального хозяйства	$X_i = A_i K_i^{\alpha_i} L_i^{\beta_i},$ <p>i – номера секторов ($i = 0, 1, 2$), A_i – коэффициенты нейтральности в техническом прогрессе (характеристика внедрения инноваций), K_i – рыночные стоимости ОПФ предприятий в секторе, L_i – количество занятых, α_i – коэффициенты эластичности производства товаров и услуг по стоимостям ОПФ, β_i – коэффициенты эластичности производства по численностям занятых в секторах регионального хозяйства.</p>
Модель стоимостей фондов в секторах экономики региона	$\frac{d}{dt} K_i = -\mu_i K_i + I_i,$ <p>$\frac{d}{dt}(\bullet)$ – дифференциальный оператор, μ_i – коэффициенты изношенности ОПФ в секторах, I_i – объёмы секторного инвестирования.</p>
Модель объёмов секторного инвестирования	$I_i = \sigma_i \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}} \eta(t / \varepsilon) K_i,$ <p>t – переменная времени (допускает дискретизацию), σ_i – волатильности стоимостей ОПФ, ε – неограниченно уменьшаемая положительная величина, $\eta(t)$ – стохастический процесс, описывающий степень неопределённости хозяйственных отношений в регионе.</p>

Объёмы выпуска изделий X_i в i -м секторе экономики региона являются случайными величинами. Для оценки неизвестных параметров α_i и β_i мультипликативную нелинейную модель линеаризируют путем логарифмирования и замены переменных.

Располагая фактическими значениями X_i , K_i и L_i за N временных периодов, применён метод наименьших квадратов [47; 67 – 71]:

$$\sum_{n=1}^N \left([\ln X_i]_n - \ln A_i - \alpha_i \cdot [\ln K_i]_n - \beta_i \cdot [\ln L_i]_n \right)^2 \rightarrow \min .$$

Минимум суммы квадратов отклонений даёт основание для составления системы нормальных уравнений, решения которой дадут оценки неизвестных параметров (в частности, эластичностей).

В случае $\alpha_i + \beta_i = 1$ имеет место линейная однородность эконометрической модели, поэтому при увеличении каждого из показателей K_i и L_i на одну единицу объём производства продукции X_i , также увеличится, в среднем, на одну единицу. Подобные случаи имеют место в промышленно развитых регионах, для которых является характерным производство продукции за счёт концентрации инвестиций в местной экономике без особого задействования инноваций.

Ситуация $\alpha_i + \beta_i > 1$ означает, что скорость роста объёмов выпущенной продукции опережает темпы увеличения стоимости фондов и количества занятых по секторам. Именно устойчивое инвестиционно-инновационное развитие формирует такую ситуацию.

Противоположный случай $\alpha_i + \beta_i < 1$ характерен для устаревших форм регионального хозяйствования с преобладанием «однобоких», узкоспециализированных экономических отношений, а также экономик сугубо аграрного типа.

Стоимость фондов K_i также носит случайный характер. Кроме того, в дифференциальное уравнение, которое описывает динамику K_i входит величина валовых инвестиций I_i – стохастический показатель.

Третье уравнение включает в себя быстро осциллирующий случайный процесс $\eta(t)$ от переменной времени t и элементарных случайных исходов ω

Совокупные по региону стоимость фондов и объём валового инвестирования в экономику представляют собой сумму показателей в материальном, фондосоздающем и потребительском секторах [47]:

$$\begin{aligned} K_0 + K_1 + K_2 &= K_{\Sigma}, \\ I_0 + I_1 + I_2 &= I_{\Sigma}. \end{aligned}$$

Численность занятых в региональной экономике рассматривается как функция времени:

$$L_{\Sigma}(t) = L_{\Sigma}(0) \cdot \exp(vt).$$

Здесь $L_{\Sigma}(0)$ – число занятых в начальный момент, v – темп изменения числа занятых.

В рамках методики сформирован интегральный индикатор, отражающий динамику инвестиционных и инновационных процессов, темпом которых выступает производственная функция [47; 103]:

$$f(X_{\Sigma}(t), K_{\Sigma}(t), I_{\Sigma}(t), L_{\Sigma}(t)).$$

В состав функции с равными статистическими весами входят четыре показателя $X_{\Sigma}(t)$, $K_{\Sigma}(t)$, $I_{\Sigma}(t)$ и $L_{\Sigma}(t)$, переводящиеся по сто балльной шкале. Индикатор интегрального типа характеризует уровень развития региональной экономики и определяется формулой:

$$\bar{w} = \int_0^T f(X_{\Sigma}(t), K_{\Sigma}(t), I_{\Sigma}(t), L_{\Sigma}(t)) \cdot dt.$$

Устранение проблем инвестиционно-инновационного развития российских регионов зависит от технологического развития, качества жизни населения, развития образования и науки, развития человеческого капитала и экологического развития территориальной единицы.

В совершенствуемую методику (табл. 1.2) включим систему оценивания характеристик инвестиционной деятельности и инновационной политики (табл. 1.3).

Здесь важна опора на вероятностно-статистическую методику оценивания показателей инвестиционно-инновационного развития экономики территориального образования.

Как указывалось ранее, важным показателем инвестиционно-инновационного развития является наличие в регионе 4-го, 5-го или 6-го технологических укладов экономики. Согласно принятой модели, хозяйственный комплекс региона делится на три сектора: материальный (номер 0); фондосоздающий (номер 1); потребительский (номер 2).

Матрица удельных весов технологических укладов в общем объеме продукции секторов экономики региона выглядит следующим образом:

$$P = \begin{pmatrix} P_{01} & P_{02} & P_{03} & P_{04} & P_{05} & P_{06} \\ P_{11} & P_{12} & P_{13} & P_{14} & P_{15} & P_{16} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} & P_{24} & P_{25} & P_{26} \end{pmatrix}$$

Таблица 1.3

Итоги стохастической методики оценки региональных показателей инвестиционной деятельности и инновационной политики [47; 103]

Интегральный индикатор	Полученная оценка уровня регионального развития	Рекомендуемые мероприятия
$\bar{w} \in [90; 100]$	Высокая степень развития	Регулировать параметры регионального развития, осуществляя непрерывный мониторинг возможностей качественного роста
$\bar{w} \in (75; 90)$	Достаточная	Исправлять промахи, реализуя на практике принципы государственно-частного партнёрства (ситуация не критична)
$\bar{w} \in [60; 75]$	Удовлетворительная	
$\bar{w} \in (40; 60)$	Низкая	Необходимы масштабные меры по достижению более высоких степеней развития, требующие реформирования системы управления экономикой региона (ситуация трудна)
$\bar{w} \in [0; 40]$	Неудовлетворительная	Кардинальные изменения вектора регионального развития (ситуация катастрофична)

Сформируем группу качественных показателей осуществления инвестиционной деятельности и реализации инновационной политики регионального уровня (рис. 1.8).

Для оценки уровня замещения капиталов в регионе понадобится модель жизненного цикла замещения капиталов, которая зависит от статистических данных и ряда факторов. Предположим, что существует трендовая зависимость объёма замещения капитала от номера временного периода. Такую зависимость можно найти как эконометрическую функцию.

Задействуем экспоненциально-степенную функцию. Трендовая модель имеет вид:

$$y_i = \exp(at_i) \cdot t_i^b \cdot \varepsilon_i,$$

где ε_i – случайное отклонение, a и b – неизвестные параметры ($a < 0$, $b > 0$).

Оценки параметров a и \hat{b} найдём методом наименьших квадратов, предварительно проведя линеаризацию модели через расчёт натуральных логарифмов от обеих частей эконометрического уравнения.



Рис. 1.8 – Качественные характеристики инвестиционно-инновационного развития региона [1; 103]

Для оценки наличия конкуренции и спроса на инновации в регионе, а также избыточности инноваций в регионе, применим динамическую модель взаимодействия спроса и предложения в инновационной сфере. Модель основывается на уравнении Самуэльсона-Эванса.

Исследуем зависимость между ценой на инновационный продукт p , спросом $d(p)$ и предложением $s(p)$. Разность $d(p) - s(p)$ часто называют неудовлетворённым спросом. В свою очередь, разность между $s(p)$ и $d(p)$, если она положительна, отражает превышение предложения над спросом, т.е. избыточность инноваций.

В данной модели цена на инновационный продукт – непрерывная и дифференцируемая функция от времени t . Время тоже является непрерывной переменной.

Как показывает практика, изменение цены пропорционально превышению спроса на инновацию над предложением [47]:

$$\Delta p = k(d(p) - s(p)) \cdot \Delta t,$$

где k ($k > 0$) – коэффициент пропорциональности, определяемый эмпирическим путём.

Совершив предельный переход, получаем дифференциальное уравнение первого порядка, называемое уравнением Самуэльсона-Эванса [47]:

$$\frac{dp}{dt} = k(d(p) - s(p))$$

Спрос на инновации и предложение инноваций традиционно задаются линейными функциями:

$$\begin{aligned}d(p) &= a - bp, \\s(p) &= -m + np,\end{aligned}$$

положительные параметры которых находят по фактическим данным методами эконометрического оценивания.

Обыкновенное линейное дифференциальное уравнение без начального условия выглядит следующим образом:

$$\frac{dp}{dt} = -k(b+n)p + k(a+m).$$

Общее решение уравнения имеет вид [47]:

$$p(t) = \frac{a+m}{b+n} + Ce^{-k(b+n)t}.$$

Из условия $d(p) = s(p)$ найдём равновесную цену на инновационный продукт $\bar{p} = \frac{a+m}{b+n}$.

Общее решение уравнения Самуэльсона-Эванса порождает семейство интегральных кривых, которые в соответствии с выдвигаемой гипотезой будут асимптотически приближаться с течением времени t к состоянию равновесия \bar{p} .

Предложенная прикладная диагностика уровня технологического уклада в экономике региона опирается на группу качественных характеристик инвестиционно-инновационного развития территориальной единицы. Оценка уровня замещения капиталов в регионе осуществляется с помощью модифицированной модели жизненного цикла инноваций на основе эконометрического тренда экспоненциально-степенного типа.

Такой подход позволяет оценить избыточность инноваций в регионе с позиций взаимодействия спроса и предложения в нововнедренческой сфере.

Так, в общих чертах, можно описать методологию оценивания показателей развития в системе управления экономикой региона.

1.4. Концепты управления экономической деятельностью субъектов хозяйствования на национальных и международных рынках

Каждый субъект хозяйствования нуждается в наличии собственной концепции экономического развития. Под такой концепцией мы будем подразумевать систему взглядов на возможные подходы к управлению экономическим развитием. Концепция, в значительной мере, позволяет определить стратегию действий – общий, недетализированный план, охватывающий длительный период времени, служащий достижению данной сложной цели.

Основы концепции управления формируются под влиянием ряда причин, среди которых главными являются:

- различная концентрация ресурсов в пределах территории, на которой расположен субъект;
- традиции территориальной управленческой среды;
- диспропорции в развитии человеческого капитала;
- различная мобильность в принятии и реализации управленческих решений, связанных с экономическим развитием.

Целостность концепции экономического развития возможна только при комплексном учёте прикладных аспектов – технологического, макроэкономического и управленческого.

Технологический аспект здесь упоминается в контексте последовательной смены технологических укладов экономики. Именно с замещением доминирующих укладов связаны глубинные причины нынешнего экономического кризиса. Их преодоление возможно при окончательном переходе ведущих экономик мира к новому 6-му технологическому укладу. Данный уклад должен сформировать материально-техническую базу для долговременной волны экономического роста [47; 93].

Макроэкономический аспект концепции подразумевает, что инновационный толчок даст развитие традиционным направлениям и сформирует новые точки роста макроэкономических показателей. Данный рост будет обеспечен доминированием нового технологического уклада, результатами чего являются повышение экономической эффективности производственных процессов, расширение потребительского рынка и создание новых отраслей экономической деятельности.

Управленческий аспект концепции связан с повышением качества управленческих решений как эффекта от дальнейшего развития человеческого капитала. Всё это в комплексе будет способствовать интеллектуализации производства, непрерывности процесса инноваций. Постоянное переобучение станет необходимостью для большинства профессий.

Любая концепция, в общефилософском плане, обычно связана с некой парадигмой развития.

Под парадигмой понимают совокупность основополагающих научных установок, представлений и терминов, сформулированных в теоретическом виде. Какая-либо парадигма – это не частное суждение одного учёного или группы исследователей. Парадигма – это комплекс устоявшихся воззрений, разделяемых научным сообществом и объединяющих большинство учёных данного профиля. Под парадигмой в методологии науки понимают совокупность ценностей, методов, подходов, технических навыков и средств, принятых в научном сообществе в рамках устоявшейся научной традиции в определённый период времени.

Инновация является конечным результатом интеллектуальной деятельности человека, его фантазии, творческого процесса, открытий, изобретений и рационализации. Инновационные процессы возможны в стране с высоким уровнем интеллекта.

Инновации в управлении экономикой (организационные инновации) присущи ИЭ. Такая экономика знаний и интеллекта основана на потоке инноваций (эффективных нововведений), на постоянном технологическом совершенствовании, на производстве и экспорте высокотехнологичной продукции с очень высокой добавочной стоимостью. ИЭ способна предлагать собственные технологии. Прибыль в такой экономике создаёт, в основном, информационная сфера, интеллект новаторов и учёных.

Материальное производство и концентрация капитала играет в ИЭ вспомогательную роль. Сверхприбыль создаётся в результате создания новых рынков. Поэтому часто ИЭ называют экономикой постиндустриального общества [47; 51 – 59].

Важнейшей составляющей ИЭ является венчурный бизнес. Этот научно-технический бизнес является рискованным. Он служит промежуточным звеном между наукой и производством.

Теорию ИЭ разработал австрийский экономист Й. Шумпетер, который различал количественный рост и качественное развитие экономики. Этот учёный классифицировал экономические инновации следующим образом:

- создание нового товара или нового качества товара;
- создание нового метода производства;
- открытие нового рынка для реализации товара;
- открытие нового источника факторов производства, т.е. ресурсов, необходимых для производства товаров и услуг (природные ресурсы, труд, капитал, предпринимательские способности, информация);
- создание новой формы организации промышленной отрасли.

Опишем базовые показатели, по которым диагностируется ИЭ.

Первым из показателей является высокий индекс экономической свободы (ИЭС). Этот показатель рассчитывается с 1995 года газетой «Wall Street Journal» и исследовательским центром «Heritage Foundation». Эко-

номическая свобода трактуется, как отсутствие правительственного вмешательства или воспрепятствования производству, распределению и потреблению товаров и услуг, за исключением необходимой гражданам защиты и поддержки свободы как таковой.

Базой индекса экономической свободы служат 10 составляющих, которым выставляются экспертные оценки по шкале от 0 (минимальная оценка) до 100 (максимальная). К этим составляющим относятся:

1. Свобода бизнеса.
2. Свобода торговли.
3. Налоговая свобода.
4. Свобода от правительства.
5. Денежная свобода.
6. Свобода инвестиций.
7. Финансовая свобода.
8. Защита прав собственности.
9. Свобода от коррупции.
10. Свобода трудовых отношений.

Каждая составляющая имеет одинаковый статистический вес. Итоговое значение ИЭС рассчитывается как среднее арифметическое составляющих.

Значение индекса делит страны мира на 5 групп:

- свободные (показатель 80-100);
- в основном свободные (70-79,9);
- умеренно свободные (60-69,9);
- в основном несвободные (50-59,9);
- деспотичные (0-49,9).

Концепция экономической свободы базируется на идеях шотландского экономиста Адама Смита, выдвинутых им в широко известной работе «Богатство народов», опубликованной в 1776 году. Составители индекса считают, что между свободой экономики и успехами в её развитии имеется взаимосвязь, которую можно отслеживать по динамике данного индекса.

Заметно, что при оценке успехов экономики того или иного территориального образования, американские эксперты не всегда в первую очередь используют реальные макроэкономические показатели: темпы роста, степень технологической модернизации, уровень развития инфраструктуры и т. п. По сути дела, экономический либерализм является главным при составлении ИЭС.

Вторым базовым показателем ИЭ является высокий уровень развития образования и науки [47].

Основными индикаторами, позволяющими измерить уровень развития образования и науки, являются:

- показатель уровня образования;
- показатель национальных расходов на образование;
- показатель уровня научно-исследовательской активности.

В рамках «Программы развития» Организации Объединённых Наций (ООН) с периодичностью в 2-3 года подсчитывается индекс уровня образования (ИУО) в странах мира (Education Index). Он является одним из индикаторов социального развития страны и используется ООН для расчёта индекса человеческого развития.

ИУО вычисляется как средняя взвешенная величина индекса грамотности взрослого населения (2/3 веса) и индекса совокупной доли учащихся, получающих начальное, среднее и высшее образования (1/3 веса). ИУО страны колеблется от 0 до 1. Уровень 0,8 считается достаточным для полноценного развития страны. Данные о грамотности населения и количестве учащихся собираются и обрабатываются Институтом статистики Подразделения ООН по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО).

Заметим, что ИУО является в основном количественным, а не качественным показателем. Индекс не учитывает в полной мере:

- доступность образования;
- длительность обучения;
- граждан страны, получающих образование за её пределами.

Показатель национальных расходов на образование является относительной величиной. Она рассчитывается как процентное соотношение общего объёма государственных и частных расходов на образование в течение календарного года от ВВП.

Расходы на образование – это важнейший показатель социального развития страны. Инвестиции в образование увеличивают качество человеческого капитала страны и улучшают перспективы её экономического развития [47].

Отметим, что показатель национальных расходов на образование не учитывает равномерность распределения средств на учёбу среди разных социальных групп данной страны, соотношение между государственными и частными расходами на образование и структуру этих расходов.

Показатель уровня научно-исследовательской активности измеряется общим количеством научно-исследовательских статей, опубликованных в рецензируемых научных журналах и изданиях, которые включены в систему индекса научного цитирования: Science Citation Index и Social Sciences Citation Index. Источником информации является база данных научной статистики Thomson Reuters, Национального научного фонда США и международных научных организаций.

Анализируются научно-исследовательские публикации в следующие области: науки о Земле, астрономия и космос, математика, физика, химия, биология, медицина, психология, социология, техника и технологии, машиностроение, сельскохозяйственные науки. Показатель научно-исследовательской активности стран мира публикуется в специальном отчёте Национального научного фонда США «Science and Engineering Indicators».

Третьим базовым показателем ИЭ является наличие в данной стране 4-го, 5-го или 6-го технологических укладов экономики.

Технологические уклады, сменяя друг друга, отражают неравномерную динамику научно-технического прогресса. История насчитывает 6 технологических укладов.

1-й технологический уклад связан с Первой промышленной революцией. Его начало датируют 1772 годом. Уклад знаменуется появлением прядильных машин и отказом от ручного труда на текстильных фабриках в Англии.

2-й технологический уклад, начавшийся в 1825 году, связан с эпохой пара. Для данного уклада характерно повсеместное использование паровых машин на производстве и в мореплавании (пароходы). Появление паровозов способствовало возникновению железнодорожного транспорта.

3-й технологический уклад обусловлен эпохой стали. Этот этап начался в 1875 году Второй промышленной революцией. Знаковым событием здесь является изобретение конвертерного производства. Сталь начали получать в промышленных объёмах, выплавляя её в агрегатах-конвертерах путём продувки жидкого чугуна воздухом или кислородом.

4-й технологический этап называют эпохой нефти. Его начало датируют 1908 годом или несколько позднее. Толчок этому укладу дало появление двигателей внутреннего сгорания и массовое производство автомобилей конвейерным способом на заводах Г. Форда в США.

5-й технологический уклад – эпоха компьютеров и телекоммуникаций. Считается, что научно-техническая революция началась с появления Силиконовой долины в США и создания первого микропроцессора «Intel 4004». Начало уклада – 1971 год.

Новый 6-й технологический уклад связан с появлением нанотехнологий. Начало уклада приблизительно датируют 2011 годом. Именно в 2011 году объём мирового рынка продукции, произведённой с использованием нанотехнологий, составил около 1 трлн. долл. (1,2% мирового ВВП). Общий объём мировых инвестиций в nanoиндустрию в 2011 году составил около 64 млрд. долл.

В основу нового 6-го технологического уклада нанотехнологии входят в комплексе с информационно-коммуникационными и биотехнологиями. Под информационно-коммуникационными технологиями понимают приёмы, способы и методы применения средств вычислительной техники при выполнении функций сбора, хранения, обработки, передачи и использования данных. Биотехнологии – это производство необходимых человеку продуктов и материалов с помощью живых организмов, культивируемых клеток и биологических процессов [47; 104].

Комплекс этих трёх технологий С.Ю. Глазьев называет ключевым фактором 6-го уклада и прогнозирует прирост мирового рынка такой продукции от 30 до 70% в год. Вокруг данного ключевого фактора формируется ядро уклада с прогнозируемым приростом 35% в год.

В ядро 6-го технологического уклада входят: наноэлектроника; нанофотоника; наноматериалы, нанопорошки, геновая инженерия, клеточные технологии, сканирующие микроскопы, нанофабрика, наносистемная техника, светодиоды. Возможно, что в процессе развития технологического уклада его ядро пополнится новыми перспективными направлениями.

Ядро 6-го уклада позволяет развивать несущие отрасли с прогнозируемым приростом до 10% в год. Несущими отраслями являются: авиастроение; судостроение; автомобилестроение; приборостроение; станкостроение; электротехника; атомная промышленность; ядерная энергетика; солнечная энергетика; электроника; телекоммуникации; химико-металлургический комплекс; ракетно-космический комплекс; растениеводство; здравоохранение; образование.

За 6-м технологическим укладом, по-видимому, последует 7-й. Его появлению будет способствовать сращивание искусственных и органических (живых) систем в роботостроении, приборостроении, биокомпьютерных устройствах и биомедицине.

Четвёртым базовым показателем ИЭ является высокое и конкурентоспособное качество жизни [47; 85].

Под качеством жизни будем понимать оценку определённого набора условий и характеристик жизни человека, основанную на его собственной удовлетворённости. Под уровнем жизни – степень удовлетворения потребностей индивидуума товарами и услугами в единицу времени.

Уровень жизни основывается на объёме реальных доходов на душу населения и соответствующем объёме потребления. По рекомендациям ООН уровень жизни определяют: рождаемость, смертность, продолжительность жизни, санитарно-гигиенические условия, уровень потребления продовольствия, жилищные условия, возможности образования и культуры, условия труда и уровень занятости, баланс доходов и расходов, потребительские цены, обеспеченность транспортом, возможности для отдыха, система социального обеспечения, обеспечение прав и свобод человека.

Качество жизни определяется не только уровнем жизни (материальной обеспеченностью). Оно предполагает учёт объективных и субъективных факторов, среди которых:

- состояние здоровья;
- ожидаемая продолжительность жизни;
- условия окружающей среды;
- питание;
- комфорт в быту;
- социальное окружение;
- удовлетворения духовных и культурных потребностей.

Для измерения качества жизни необходим точный статистический учёт на государственном уровне. Российские учёные О.Т. Богомолов и В.М. Симчера утверждают, что «серьёзные и масштабные последствия могут вызвать неверные экономические индикаторы, потому что ими руко-

водствуются правительства, принимая ответственные решения. Ошибки в экономической политике, проистекающие из неверных, а то и сознательно фальсифицированных статистических индикаторов, обходятся, как известно, особенно дорого. Более того, они дезориентируют население и подрывают доверие к власти. Расхождение статистических отчётов и победных рапортов с реальностью повседневной жизни становится тогда источником социального напряжения».

Недоверие к государственной статистике привело к тому, что французское правительство пригласило двух лауреатов Нобелевской премии по экономике Дж. Стиглица и А. Сена вместе с французскими статистиками разобраться в адекватности применяемых статистических индикаторов. В итоге, они пришли к выводу, что многие показатели нельзя назвать репрезентативными, а индикаторы экономического развития нуждаются в совершенствовании.

Под сомнение были поставлены показатели объёма и динамики ВВП. Казалось, что даже обывателю (т.е. не специалисту) всё ясно с ВВП. С помощью этого обобщающего индикатора принято судить как о спаде, так и о подъёме в экономическом развитии стран. И если ВВП какой-то страны начинал расти, то средства массовой информации сообщали о преодолении кризисных явлений. Здесь уместно привести слова Дж. Стиглица: «То, что мы измеряем, влияет на то, что мы делаем. Если у нас неверное измерение, мы будем иметь неверные результаты...» [47].

Обсудим особенности показателя ВВП. Как известно, он измеряет вновь созданную за год стоимость товаров и услуг плюс сумму приходящихся за год амортизационных начислений. В нём не учтена стоимость так называемого «промежуточного продукта», т.е. того, что было произведено ранее и вошло в цену товаров и услуг, созданных в предыдущие годы. Например, строительство стадиона заняло несколько лет. Ежегодные затраты на его сооружение (труд, материалы, оплата транспортных и прочих услуг) отражаются в ВВП соответствующего года. Поэтому после открытия стадиона в текущем году в ВВП войдёт не вся его стоимость, а лишь соответствующая годовая часть. Если в магазинах продан хлеб из прошлогодней муки, то в ВВП отразятся только затраты на его выпечку, а не вся стоимость хлеба. Т.о. ВВП не измеряет стоимостной объём всей произведённой в стране товарной продукции и услуг, а поэтому не всегда даёт адекватное представление о состоянии экономики. Действительно, в ВВП большинства стран значительную долю занимают услуги, к которым относятся не только транспорт, связь, банковская деятельность, оптовая и розничная торговля, но и образование, наука, здравоохранение, весь государственный аппарат, вооружённые силы и т.п. Не все услуги, учитываемые ВВП, входят в реальный сектор экономики.

Обоснованным является мнение Дж. Стиглица и А. Сена, что в ВВП следует выделять производство материальных благ и тех услуг, без кото-

рых страна и люди не могут обойтись. Они должны увеличивать реальное богатство страны, её безопасность и благосостояние народа.

Ревизия устоявшихся воззрений указывает на то, что в ВВП учитываются услуги, которые фактически забирают у общества материальные блага, а именно:

- реклама, навязывающая потребителю ненужные или некачественные товары и услуги;
- услуги искусственных посредников между производителем и конечным покупателем продукции, вздувающих цены;
- услуги огромной армии частных и государственных охранников, как следствие несовершенной правоохранительной системы и криминализованной общественной морали;
- спекулятивные операции на биржах и в банковском секторе.

Список «услуг» создающих ВВП, от которых народ страны не становится богаче, а экономика сильнее, можно продолжить. Между ростом ВВП и показателями обновления основных фондов, улучшения занятости, демографических показателей рождаемости и смертности, здоровья населения, пенсионного обеспечения, повышения жизненного уровня основной массы населения, снижения инфляции, подъёма культуры, науки, образования, сокращения преступности и коррупции могут быть существенные расхождения. Эти стороны жизни общества являются объективными индикаторами наличия кризиса или оживления экономики. По ним судят о социально-экономических достижениях [47; 101].

Т.к. между динамикой и объёмом ВВП и реального сектора экономики существуют расхождения, то возникает необходимость не ограничиваться единственным показателем ВВП, а дополнять его другими индикаторами. Экономическое развитие – это не только производство, но и процветание в широком смысле слова. Официальные же данные, касающиеся инфляции, доходов населения, безработицы, масштабов бедности, утечки капиталов и умов, демографии, физического и психического здоровья населения, коррупции и преступности, часто оказываются ненадёжными.

Публикуемые официальной статистикой соответствующие индексы исчисляются с большими погрешностями. Например, многое зависит от того, какой набор товаров и услуг и какой удельный вес в этом наборе отдельных видов благ принимается за основу исчисления. Произвол в этом деле способен исказить величину дефлятора и потребительской инфляции в желаемую сторону. Заниженный дефлятор и индекс потребительских цен завышают темп прироста ВВП.

Кроме ВВП главными показателями современного прогресса являются:

- прожиточный минимум;
- средний доход и средняя заработная плата;
- минимальная часовая зарплата;
- порог бедности;

- децильные коэффициенты имущественного расслоения;
- оценка знаний, способностей, квалификации, опыта, производительности трудовых ресурсов;
- размеры вознаграждения;
- качество продукции.

Государственная статистика должна быть надёжной и защищённой от произвола чиновников любого ранга. Общество должно регулярно получать серьёзный социально-экономический анализ уровня жизни и социального расслоения.

Высокое и конкурентоспособное качество жизни подразумевает выполнение следующих условий:

- достаточную продолжительность здоровой жизни, поддержанную хорошим медицинским обслуживанием и безопасностью (отсутствием значимых угроз жизни и здоровью);
- приемлемый объём потребления товаров и услуг, гарантированный доступ к материальным благам;
- приемлемые социальные отношения, отсутствие серьёзных общественных конфликтов и угроз достигнутому уровню благополучия;
- благополучие семьи;
- познание мира и развитие, т.е. доступ к знаниям, образованию и культурным ценностям, формирующим личность и представления об окружающем мире;
- учёт мнения индивида при решении общественных проблем, участие в создании общепринятой картины мира и правил поведения человека;
- социальную принадлежность, полноправное участие в общественной и культурной жизни во всех их формах;
- доступ к разнообразной информации, включая сведения о положении дел в обществе;
- комфортные условия труда, дающего простор для творчества и самореализации, относительно короткий рабочий день, оставляющий человеку достаточно свободного времени для различных занятий.

По методике ООН качество жизни измеряется индексом человеческого развития (ИЧР). При расчёте ИЧР используются следующие показатели [47]:

- ожидаемая продолжительность жизни *LE*;
- средняя продолжительность обучения населения *MYS* (лет) и ожидаемая продолжительность обучения населения, ещё получающего образование, *EYS* (лет);
- ВНД на душу населения по паритету покупательной способности *GNPpc* (долл. США).

ИЧР конкретной страны зависит от трёх индексов. Поэтому опишем каждый из них.

1. Индекс ожидаемой продолжительности жизни рассчитывается по формуле [47]:

$$LEI = \frac{LE - 20}{85 - 20}.$$

2. Индекс образования вычисляется по формуле:

$$EI = \frac{MYSI + EYSI}{2}.$$

В свою очередь индекс средней продолжительности обучения $MYSI$ и индекс ожидаемой продолжительности обучения $EYSI$ рассчитываются, соответственно, по формулам [47]:

$$MYSI = \frac{MYS}{15},$$
$$EYSI = \frac{EYS}{18}.$$

3. Индекс дохода вычисляют так:

$$II = \frac{\ln(GNIPC) - \ln(100)}{\ln(75000) - \ln(100)}.$$

ИЧР является средним геометрическим этих трёх индексов:

$$HDI = \sqrt[3]{LEI \cdot EI \cdot II}.$$

Обозначим через i номер страны ($i = \overline{1, n}$). Вычислим максимальное и минимальное значения ИЧР. Переведём значения ИЧР в шкалу от 0 до 1. Получим для k -й страны [47]:

$$x_k = \frac{HDI_k - \min_{i=1, n} \{HDI_i\}}{\max_{i=1, n} \{HDI_i\} - \min_{i=1, n} \{HDI_i\}} \quad (k = \overline{1, n}).$$

Пятым базовым показателем ИЭ является высокая стоимость и качество человеческого капитала в его широком определении.

Понятие человеческого капитала (ЧК) появилось в публикациях второй половины 20-го века в работах американских учёных-экономистов Теодора Шульца и Гэри Беккера. За создание основ теории ЧК этим учё-

ным и Саймону (Семёну) Кузнецу были присуждены Нобелевские премии по экономике.

ЧК, в широком определении, – это интенсивный производительный и социальный фактор развития экономики, общества и семьи, включающий образованную часть трудовых ресурсов, знания, инструментарий интеллектуального и управленческого труда, среду обитания и трудовой деятельности. Всё перечисленное обеспечивает эффективное и рациональное функционирование ЧК [47; 56].

Более кратко, ЧК – это интеллект, здоровье, знания, качественный и производительный труд и качество жизни. Наряду с ЧК, принято различать физический капитал, финансовый капитал, природный капитал, интеллектуальный капитал, которые вместе составляют национальное богатство.

ЧК формируется за счёт инвестиций в повышение уровня и качества жизни населения, в интеллектуальную деятельность. Другими направлениями инвестиций в ЧК являются:

- воспитание;
- образование;
- здоровье;
- знания;
- наука;
- предпринимательская способность и бизнес-климат;
- информационное обеспечение труда;
- формирование эффективной элиты;
- безопасность граждан и бизнеса;
- экономическая свобода;
- культура, искусство и пр.

Беккер в рамках теории ЧК исследовал структуру распределения личных доходов, их возрастную динамику, неравенство в оплате мужского и женского труда и т. д. Этот учёный доказал политикам и предпринимателям на обширном статистическом материале, что образование является фундаментом увеличения доходов и наёмных работников, и работодателей, и государства в целом. В результате политики, финансисты и предприниматели стали рассматривать вложения в образование как перспективные капиталовложения, приносящие доход.

Беккер рассматривал работника как комбинацию одной единицы простого труда и известного количества воплощённого в нём ЧК. Заработная плата (доход) работника трактовалась как сочетание рыночной цены его простого труда и дохода от вложенных в человека инвестиций. Причём, основную часть дохода работнику, по оценкам Беккера, приносит именно ЧК.

ЧК классифицируют следующим образом: 1) индивидуальный ЧК; 2) ЧК фирмы; 3) национальный ЧК. Иногда к этому перечню добавляют региональный ЧК, поэтому в контексте нашего определения территориаль-

ного образования имеет право на существование термин «территориальный ЧК».

По оценкам разных специалистов в национальном богатстве ЧК в развитых странах составляет от 70 до 80%, в России – около 50%.

Шестым базовым показателем ИЭ является высокая конкурентоспособность экономики территориального образования.

Под конкурентоспособностью будем понимать:

- способность страны добиться высоких темпов экономического роста, которые были бы устойчивы в среднесрочной перспективе;
- высокий уровень развития факторов производства в данной стране;
- способность компаний данной страны успешно конкурировать на международных рынках.

Для измерения конкурентоспособности экономики страны применяют индекс глобальной конкурентоспособности (ИГК, The Global Competitiveness Index), который рассчитывают по методике Всемирного экономического форума (World Economic Forum). ИГК разработан американскими учёными – экономистом Кс. Сала-и-Мартином и математиком Р. Барро. Информационная база индекса составляется с 2004 года.

ИГК составляется из 113 переменных, которые детально характеризуют конкурентоспособность стран мира, находящихся на разных уровнях экономического развития. Совокупность переменных на две трети состоит из результатов глобального опроса руководителей компаний по проблемам бизнес-климата в исследуемых странах и на одну треть из общедоступных статистических данных и результатов исследований. Затем все переменные объединяются в 12 контрольных показателей, определяющих национальную конкурентоспособность [47]:

1. Качество институтов.
2. Инфраструктура.
3. Макроэкономическая стабильность.
4. Здоровье и начальное образование.
5. Высшее образование и профессиональная подготовка.
6. Эффективность рынка товаров и услуг.
7. Эффективность рынка труда.
8. Развитость финансового рынка.
9. Уровень технологического развития.
10. Размер внутреннего рынка.
11. Конкурентоспособность компаний.
12. Инновационный потенциал.

Седьмым базовым показателем ИЭ является высокая доля инновационных предприятий (не менее 60%) и инновационной продукции (товаров и услуг). При этом под инновационным предприятием подразумевается хозяйствующий субъект предпринимательской деятельности, связанной с

разработкой, производством и поставкой инновационной продукции, доля которой в общем объёме производства составляет не менее 70%.

Инновации и их влияние на экономику конкретной страны принято измерять глобальным индексом инноваций (ГИИ, The Global Innovation Index). ГИИ рассчитывают по методике международной бизнес-школы L'Institut européen d'administration des affaires (Франция). Статистика значений индекса ведётся с 2007 года и на данный момент представляет наиболее полный комплекс показателей инновационного развития по различным странам мира.

ГИИ вычисляется на основе 80-ти переменных, характеризующих инновационное развитие территориального образования. Считается, что успешность экономики связана, как с наличием инновационного потенциала, так и с условиями для его реализации. Именно поэтому ГИИ рассчитывается как взвешенная сумма оценок двух групп, характеризующих эти факторы [14; 47].

Первая группа переменных описывает располагаемые ресурсы и условия для проведения инноваций (Innovation Input). К ним относятся: институты; человеческий капитал и исследования связанные с ним; инфраструктура; развитие внутреннего рынка; развитие бизнеса.

Вторая группа переменных индекса описывает достигнутые практические результаты в осуществлении инноваций (Innovation Output). Такими являются: развитие технологий и экономики знаний; результаты креативной деятельности.

ГИИ отражает соотношение затрат и эффекта от них. Это позволяет объективно оценить эффективность усилий по развитию инноваций в конкретной стране.

Восьмым базовым показателем ИЭ является замещение капиталов.

Замещение капиталов происходит на каждом этапе инновационного процесса. Проследим эту цепочку замещений. Государство финансирует фундаментальную науку через исследовательские гранты и осуществляет вложения в инновационную инфраструктуру. Это привлекает научные коллективы, которые конкурируют между собой за получение финансирования своих исследований и разработок. Основной задачей этого этапа является получить избыток инновационных идей.

Надо понимать, что большинство из них не увенчаются успехом. Однако это даёт возможности для замещения капитала. Патенты и изобретения приобретаются частными фирмами. Акции фирм покупают инвесторы в надежде на получение сверхприбыли. В итоге ИЭ получает приток финансирования уже не за счёт государства, а за счёт частных инвесторов. Происходит замещение капиталов.

На следующем этапе инновационные компании становятся интересными для более крупных корпораций, инновационных и венчурных фондов. Хотя будущие разработки ещё и не доведены до опытных образцов, но рынок проявляет к ним интерес. Оживляется инвестиционный процесс, в

том числе и за счёт иностранных инвесторов. Производственные корпорации покупают разработки, на основе которых они смогут запустить технологические новинки.

Например, международная корпорация объявляет о том, что в 2017 году выпустит серию новых смартфонов на основе нанотехнологий. Этот факт обеспечивает рост котировок акций корпорации. В конце инновационного процесса идёт замещение капитала конечным потребителем смартфонов. Смартфоны концентрируют в себе разработки, в том числе, и на основе нанотехнологий. Рядовой потребитель имеет о технологических новшествах поверхностное представление. Обычно его сведения формируются на основе рекламы. При этом никто не финансирует всю цепочку от научной идеи до конечного изделия.

Замещение капиталов происходит на нескольких рынках одновременно. Каждый следующий этап инновационного процесса инициирует замещение с большей выгодой. ИЭ построена на том, что ещё несуществующие разработки или идеи, большинство из которых не имеют практического значения сами по себе, уже сейчас закладывают основу новых рынков инновационных продуктов. Следовательно, замещение капиталов происходит несколько раз [47; 79].

Т.к. основным звеном ИЭ является мыслящий и интеллектуально развитый человек, то основной процесс замещения капиталов в национальном богатстве состоит в замещение физического и природного капиталов капиталом человеческим.

Девятым базовым показателем ИЭ является конкуренция и высокий спрос на инновации. Десятый базовый показатель – избыточность инноваций и, как следствие, обеспечение эффективности части из них за счёт конкуренции.

В силу близости этих показателей рассмотрим их в комплексе.

ИЭ предполагает избыточное количество своей продукции, услуг и агентов на каждой стадии инновационного процесса. Речь идёт об избытке знаний, идей, разработок, патентов, высоких технологий, компаний, предпринимателей, учёных, инфраструктур.

Такая избыточность инициирует и поддерживает конкуренцию, которая приводит к повышению разнообразия и качества товаров и услуг, к росту производительности труда. Инновационные системы в странах с ИЭ стремятся быть эффективными и поддерживать конкуренцию во всех её проявлениях. Это главное отличие рыночной экономики с конкурентными рынками во всех отраслях и сферах хозяйственного комплекса страны от нерыночной экономики с низким ИЭС. Конкуренция является двигателем развития личности, экономики, общества и ЧК, как главного фактора развития. Рыночная экономика при наличии добросовестной конкуренции способствует развитию производственно-хозяйственных систем территориальных образований.

В рамках инновационной системы совместно с наукой и системой образования происходит стимулирование создания компаний-разработчиков инноваций. Это делается за счёт строительства центров коллективного пользования научным оборудованием, технопарков, особых налоговых зон, льгот и дотаций. Одновременно с этим должен создаваться избыток финансовых институтов, задействованных в ИЭ, чтобы инвесторы конкурировали между собой за покупку акций компаний-разработчиков инноваций.

Одиннадцатым базовым показателем ИЭ является инициация новых рынков. Новые рынки идей, разработок, интеллектуальной собственности, инновационных продуктов заменяют старые экономические структуры и переводят их в новое качество.

Существенно, что в качестве отдельного рынка создаётся рынок разработок новых организационных форм для компаний и структур ИЭ.

Одной из таких организационных форм продвижения инноваций является технопарк, под которым подразумевается имущественный комплекс, объединяющий научно-исследовательские институты, объекты индустрии, деловые центры, выставочные площадки, учебные заведения, а также обслуживающие объект. Первые технопарки были созданы в США на базе университетов [47].

В российской традиции технопарк – это организация, управляемая специалистами, главной целью которых является увеличение благосостояния местного сообщества посредством продвижения инновационной культуры, а также состоятельности инновационного бизнеса и научных организаций. Для достижения этих целей технопарк стимулирует и управляет потоками знаний и технологий между университетами, научно-исследовательскими институтами, компаниями и рынками.

Другая организационная форма – корпоративные учебные центры. Самая простая реализация подразумевает создание внутреннего центра повышения квалификации и подготовки кадров компании. Более современный взгляд – это центр по созданию, развитию и поддержанию корпоративного знания, профессиональной культуры и механизма саморазвития организации.

Ещё одна организационная форма – это кластеры малого бизнеса. Под экономическим кластером будем понимать сконцентрированную на некоторой территории группу взаимосвязанных организаций (компаний, корпораций, университетов, банков и др.). Одни организации являются поставщиками продукции, комплектующих и специализированных услуг. Другие – обеспечивают инфраструктуру. Третьи – занимаются научно-исследовательской работой. А все вместе они дополняют друг друга и усиливают конкурентные преимущества отдельных компаний и кластера в целом.

Кластер обладает свойствами конкуренции и кооперации его участников, формирования уникальных компетенций региона, концентрации

предприятий и организаций на определённой территории. Кластеры являются одной из форм взаимодействия организаций и социальных групп в рамках совместных ценностей.

Следующей организационной формой являются бизнес-инкубаторы для инновационных компаний. Эти организации занимаются поддержкой стартапов молодых предпринимателей на всех этапах развития: от разработки инновационной идеи до её коммерциализации.

Стартап – это общее понятие, объединяющее организации и проекты на начальной стадии развития. В одних случаях стартап получает инвестиционную поддержку и продолжает активно развиваться. А в других, если направление неперспективное и невостребованное, закрывается. И в том, и в другом случае стартап перестаёт существовать.

Ещё одной организационной формой продвижения инноваций является трансфер технологий, под которым подразумевается процесс передачи знаний, а также права на их использование, между физическими лицами или организациями с целью их последующего внедрения и коммерциализации. Трансфер технологий включает в себя [47]:

- передачу либо отчуждение исключительного права на результаты интеллектуальной деятельности (как правило, объекты промышленной собственности);
- предоставление права на использование объектов интеллектуальной собственности в рамках лицензий;
- передачу технологической документации (как правило, в рамках лицензий на ноу-хау);
- передачу технологических сведений, сопутствующих приобретению или аренде (лизингу) оборудования и машин;
- информационный обмен в персональных контактах на семинарах, симпозиумах, выставках и т.п.;
- проведение различными фирмами и учёными совместных разработок и исследований;
- наём новых квалифицированных сотрудников, обладающих определёнными знаниями;
- организацию совместного предприятия.

Перечень организационных форм завершим специальными торговыми площадками для инновационной сферы.

Двенадцатым базовым показателем ИЭ является разнообразие рынков. Территориальное образование, вставшее на инновационный путь развития своей экономики, должна располагать следующими рынками:

- рынок инновационных продукции и услуг, их предложения, спроса и ожиданий;
- рынок интеллектуальной собственности;
- рынок интеллектуального труда и конкурентоспособных профессионалов высокой квалификации;
- рынок инвестиций;

- рынок знаний и идей;
- рынок инноваций;
- рынок новых организационных форм инновационных и научных организаций;
- рынок инновационных менеджеров и бизнес-агентов;
- рынок услуг (эксплуатация, лизинг и аренда сложного научного и высокотехнологического оборудования).

Для того чтобы развивать ИЭ и стимулировать формирование новых рынков необходимо создавать особую инновационную инфраструктуру и институты поддержки инновационного процесса [47]:

- развитие конкуренции с целью формирования спроса и предложения инноваций и их избыточности;
- создание эффективных наукоёмких производств, секторов и отраслей;
- формирование процессов проникновения технологий к нуждающимся в них потребителям;
- модернизация экономики и инфраструктуры;
- модернизация и повышение эффективности ЧК с целью его креативного развития;
- независимая экспертиза исследовательских проектов, направлений исследований, а также научных и инженерных коллективов;
- законодательство, регулирующие отношения в сфере ИЭ;
- форсайт-центры, форсайт-проекты, создание дорожных карт, которые позволяют снизить риски внедрения новых продуктов и координировать усилия коллективов-разработчиков;
- разнообразные экспертные и научные прогнозные организации, сообщества и сети, позволяющие формировать парадигму развития;
- специализированные образовательные центры, институты и школы, позволяющие готовить не только учёных и инженеров, но и предпринимателей, способных к продвижению инновационных проектов;
- центры коммерциализации технологий и разработок.

Развитая индустрия знаний и их высокий экспорт завершает перечень базовых показателей ИЭ.

Для измерения этого показателя служит индекс экономики знаний (ИЭЗ, The Knowledge Economy Index), разработанный в 2004 году группой специалистов Всемирного банка. Расчётная база индекса включает 109 структурных и качественных показателей, объединённых в 4 группы.

Первая группа показателей образует индекс экономического и институционального режима (The Economic Incentive and Institutional Regime). Этот индекс характеризует условия, в которых развиваются экономика и общество в целом, экономическая и правовая среда, качество регулирования, развитие бизнеса и частной инициативы, способность обще-

ства и его институтов к эффективному использованию существующих и созданию новых знаний.

Вторая группа показателей объединена в индекс образования (Education and Human Resources). Данный индекс описывает уровень образованности населения и наличие у него устойчивых навыков создания, распространения и использования знаний. Индекс учитывает показатели грамотности взрослого населения, отношение числа студентов и школьников к количеству лиц соответствующего возраста, и др. характеристики.

Третья группа показателей служит базой для индекса инноваций (The Innovation System), который классифицирует страну по уровню развития национальной инновационной системы, включающей компании, исследовательские центры, университеты, профессиональные объединения и др. организации, которые воспринимают и адаптируют глобальные знания для местных нужд, создают новые знания и технологии. В базе этого индекса заложено количество научных работников, занятых в сфере НИОКР, число зарегистрированных патентов, количество и тираж научных журналов и т.п.

Четвёртая группа показателей трансформируется в индекс информационных и коммуникационных технологий (Information and Communication Technology). Данный индекс отражает уровень развития информационной и коммуникационной инфраструктуры, способствующей эффективному распространению и переработке знаний [16; 47].

По каждой группе показателей всем странам выставляется оценка от 1 балла (минимум) до 10 (максимум). При расчёте учитываются также общие экономические и социальные индикаторы, включающие показатели ежегодного роста ВВП и развития человеческого потенциала страны.

Итоговый ИЭЗ вычисляется, как среднее арифметическое четырёх описанных выше индексов. Он характеризует 146 стран и территорий мира. Наиболее высокие значения ИЭЗ (более 9 баллов) у Швеции, Финляндии, Дании, Нидерландов и Норвегии.

ИЭ не может существовать без НИОКР, под которыми будем понимать совокупность работ по получению новых знаний и умений при создании нового изделия или технологии. Роль НИОКР растёт по мере того, как основная часть добавленной стоимости в экономической деятельности смещается с этапа производства на этап разработки.

Наилучшую динамику по росту инвестиций в НИОКР демонстрирует Китай. Китайский опыт наиболее поучителен для постсоветских государств в силу того, что именно советская система образования и науки стала фундаментом для модернизации научно-технического комплекса в Китае.

В конце 1980-х годов в КНР была проведена реформа управления научно-исследовательскими учреждениями. Центр научных исследований сместился в сторону предприятий (по прикладным направлениям исследо-

ваний) и высших учебных заведений (по фундаментальным направлениям).

Следующим шагом было создание рынка технологий. Этот рынок стал главной площадкой для совершения сделок между владельцами и покупателями ноу-хау. Одновременно с открытием особых экономических зон началось создание сети бизнес-инкубаторов и технопарков. Теперь количество высокотехнологических предприятий перевалило за 50 тыс. Одновременно в Китае был запущен ряд национальных проектов, направленных на поддержку и развитие научных исследований и исследовательских структур. Начиная с 1990-х годов, в стране был расширен набор в высшие учебные заведения и начала осуществляться государственная поддержка университетских исследований в 100 ведущих вузах.

Проведенная модернизация научно-технического комплекса привела в Китае к резкому росту научных исследований на производстве. Начиная с 1990 года, ежегодный рост бизнес-инвестиций в НИОКР в среднем составлял около 11%.

Финансирование НИОКР распределяется следующим образом. Примерно 25% финансовых затрат осуществляет государство. Остальные 75% финансируются бизнес-структурами и, как правило, имеют прикладную и экспериментальную направленности. Частными инвесторами являются предприятия, государственными – университеты и НИИ.

Однако даже у такого экономического гиганта, как Китай, кроме достижений есть и проблемы [47; 103].

Во-первых, ассортимент китайской высокотехнологичной продукции в основном представлен электроникой и телекоммуникационным оборудованием, компьютерами и офисной техникой. Такие направления, как фармацевтика, медицинское приборостроение и авиакосмическая отрасль имеют куда более скромные показатели.

Во-вторых, зависимость Китая от иностранных технологий составляет более 50%. Китай импортирует свыше 70% оборудования для производства автомобилей, прецизионных станков с цифровым управлением, текстиля, 90% – для производства интегральных схем, более 95% сложного медицинского оборудования, а также оборудования для производства оптического волокна, телевизоров, мобильных телефонов. США и их союзники прилагают все усилия, чтобы не продавать Китаю новые технологии. Видны отчётливые намерения оставить Китай, Индию, Бразилию и др. страны с быстро растущими экономиками в 5-м технологическом укладе и не позволить им перейти в новый 6-й технологический уклад.

В-третьих, для обеспечения развития высоких технологий внутри страны, необходим соответствующий уровень финансирования фундаментальной науки, которой в Китае до сих пор не уделяется должного внимания. Объём финансирования фундаментальных исследований в Китае составляет около 5%. Китайский бизнес оказался недалёководным, решая, в основном, близкие тактические задачи. В погоне за быстрой прибылью

упущены стратегические цели инновационного развития. Этот перекокс пытается исправить государство.

Для обеспечения управления экономическим развитием территориального образования обоснована и предложена диагностика уровня инновационности экономики территориального образования.

Введём обозначения: n – количество базовых показателей, i – номер показателя ($i = \overline{1, n}$), p_i – значение показателя по шкале от 0 до 100 баллов, w_i – доля показателя по шкале от 0 до 1 в индикаторе инновационности \overline{U} , где

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1.$$

Результирующий индикатор вычисляется по формуле [47]:

$$\overline{U} = \sum_{i=1}^n p_i \cdot w_i.$$

Результирующий индикатор \overline{U} является средневзвешенным значением базовых показателей ИЭ. Индикатор \overline{U} может колебаться от 0 до 100 баллов. Выбор перечня показателей, их оценка p_i и их доля w_i является прерогативой экспертов.

Разделим базовые показатели ИЭ на относительно объективные и относительно субъективные.

Относительно объективные показатели ИЭ измеряются только численно. К ним относятся уровень развития образования и науки ($i = 2$), наличие в регионе 4-го, 5-го или 6-го технологических укладов экономики ($i = 3$), качество жизни ($i = 4$), стоимость и качество человеческого капитала в его широком определении ($i = 5$), конкурентоспособность экономики ($i = 6$), доля инновационных предприятий и инновационной продукции ($i = 7$), индустрия знаний и их экспорт ($i = 13$).

Индекс экономической свободы ($i = 1$) хотя и оценивается численно, но, как было показано ранее, имеет субъективный характер. К относительно субъективным показателям ИЭ отнесём также те характеристики, которые количественно не оцениваются, а именно, замещение физического и природного капиталов капиталом человеческим ($i = 8$), конкуренция и спрос на инновации ($i = 9$), избыточность инноваций ($i = 10$), инициация новых рынков ($i = 11$), разнообразие рынков ($i = 12$).

Предлагается 7 относительно объективных показателей наделить совокупным весом 0,7 по 0,1 каждому. Оставшиеся 6 относительно субъективных показателей будут иметь совокупный вес 0,3 по 0,05 каждому.

Поэтому расчётная формула для результирующего индикатора ИЭ

примет вид [47]:

$$\bar{U} = (p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 + p_7 + p_{13}) \cdot 0,1 + \\ + (p_1 + p_8 + p_9 + p_{10} + p_{11} + p_{12}) \cdot 0,05.$$

Предлагается следующая система выводов: 1) если $\bar{U} \in [70;100]$, то экономика территориального образования признаётся инновационной; 2) если $\bar{U} \in [0;50]$, то экономика территории не является инновационной; 3) если $\bar{U} \in (50;70)$, то нет оснований для окончательных суждений и, либо нужны дополнительные экспертные исследования, либо экономика территории действительно находится в промежуточном состоянии.

Для формирования ИЭ территориального образования необходимы не только материальные достижения, но и духовные преобразования социума. На смену «обществу безграничного потребления» должно прийти «общество интеллекта» с повышенными требованиями к качеству жизни и гармоничности среды обитания. Предполагается, что сфера производства товаров и услуг трансформируется с помощью экологических и безотходных технологий.

У новой общности людей будут новые приоритеты в потреблении с упором на информационные, образовательные и медицинские услуги. Революционный рывок в процессах обработки информации, коммуникационных системах и финансовых технологиях должен способствовать глобализации экономики. Формирование единого мирового рынка товаров и услуг, доступ к источникам капитала, наличие общего рынка труда будут ускорять процессы перехода от «индустриальной экономики» к «экономике знаний».

Ключевую роль в «экономике знаний» играют инновации в управлении внедрением новых технологий. Региональные экономики, стремящиеся быть конкурентоспособными в глобальном масштабе, должны освоить стратегию «Bringing product from laboratory to the market» (перенесение продукта из лаборатории на рынок), освоенную развитыми странами. Эта стратегия позволяет до минимума сократить наиболее сложную и рискованную фазу жизненного цикла продукции – воплощение результатов НИОКР в производственном процессе.

Успехи территориального образования в области фундаментальных исследований не гарантируют успешной коммерциализации этих достижений. Для этого нужны:

- институты поддержки, координирующие инновационную, инвестиционную и деловую активность в приоритетных направлениях;
- развитый спрос;
- каналы реализации продукции;
- научно-техническая среда;
- полный цикл расширенного воспроизводства нового технологического уклада.

Наличие концепции управления экономическим развитием территориального образования даёт возможность сформулировать цели, разработать приоритеты и сформировать программу развития. Для реализации программы необходим конкретный механизм управления, который бы позволял контролировать её выполнение и оценивать эффективность управления.

Итак, концепция как система взглядов на управление экономическим развитием, включает: диагностику уровня инновационности экономики; определение принципов и подходов к управлению, положений по учёту влияния особого статуса региона, рисков, закономерностей и особенностей развития; разработку механизма управления, использующего соответствующие методы и инструменты воздействия на экономику и социальную сферу данной территории.

Концепция в общих чертах отражает то, что мы хотим сделать, для чего и как. Разработка концепции преследует цель – обеспечение экономического развития территориального образования (рис. 1.10).

Применение концепции направлено на общий результат, что достигается частными результатами, а именно совершенствованием производственных процессов, переходом к новым технологическим укладам, улучшением инфраструктуры жизнеобеспечения, эффективным использованием человеческого капитала, материальных и финансовых ресурсов, ростом конкурентоспособности данной территории [47; 103].

Прикладной алгоритм концепции управления экономическим развитием территориального образования включает в себя диагностику уровня инновационности его экономики. Диагностика осуществляется оцениванием базовых показателей ИЭ, а именно индекса экономической свободы, уровня развития образования и науки, уровня технологического уклада в экономике территориального образования и ещё 10-ти показателей. На основе базовых показателей оценивается результирующий индикатор, позволяющий судить о наличии в регионе ИЭ.

В том случае, если территориальное образование достигло необходимого уровня инновационности экономики, то принимается решение о поддержании существующих параметров развития. При этом хозяйствующие субъекты могут практически не менять своё экономическое поведение.

В том случае, если уровень инновационной деятельности в территориальном образовании ниже нормативного, то соблюдая принципы, применяя подходы и учитывая соответствующие положения, необходимо разработать механизм управления экономическим развитием территориального образования. Обосновано, что экономика территориального образования подвержена воздействию экономических (имущественных, производственных, торговых, рисков в страховом бизнесе, финансовых), политических, транспортных, природно-естественных и экологических рисков. Доказано, что наиболее подходящим математическим инструментарием по снижению рисков являются стохастические методы оптимизации (рис. 1.10).



Рис. 1.10 – Прикладной алгоритм концепции управления экономическим развитием территориального образования [47]

Кроме положений по учёту рисков, важнейшими составляющими концепции управления экономическим развитием являются положения по учёту факторов развития (уникальность территориального образования, демография, интеллектуализация населения), положения по учёту особенностей и закономерностей развития. Обоснованы следующие положения по учёту особенностей развития: социальные; экономические; исторические; институциональные; специфика государственного управления. К положениям по учёту закономерностей развития относятся: неравновесность; неравномерность; цикличность.

Механизм управления экономическим развитием территориального образования использует правовые, административные и экономические (налоговые, бюджетные, антимонопольные, кредитно-финансовые) методы воздействия на хозяйственную деятельность. Эти методы являются основными и, как правило, используются во всех механизмах управления экономикой территориального образования, которые чаще всего называют организационно-экономическими механизмами управления.

Кроме основных методов необходимо использовать дополнительные методы – количественные методы и методы управления персоналом.

Количественные методы являются математическими методами моделирования систем управления в детерминированной или стохастической постановке. К количественным относятся следующие методы: оптимизационные; прогнозные; планирования; факторного анализа; эконометрические; исследования операций [47].

Кроме блока методов воздействия, описываемая концепция использует блок инструментов воздействия.

Такова в общих чертах концепция управления экономическим развитием субъектов хозяйствования. Наличие концепции даёт возможность сформулировать цели, разработать приоритеты и сформировать программу развития, после реализации которой снова осуществляется диагностика уровня инновационности экономики. Следовательно, происходит возврат в начало цикла и прикладной алгоритм концепции выполняется заново.

Вопросы и задания

1. Дайте определение термина «территориальное образование».
2. Что называют макрорегионом?
3. Как трактуется категория «экономическое развитие» и что понимают под его управлением?
4. Обоснуйте связь терминов «подход» и «методология».
5. Перечислите наиболее важные укрупнённые группы теоретико-методологических подходов к управлению экономическим развитием территориального образования. Что должны учитывать эти подходы?
6. В чём состоит социально-экономический подход к управлению экономическим развитием территориального образования?

7. Приведите примеры прикладных аспектов подходов к управлению экономическим развитием территориального образования.

8. Охарактеризуйте термин «инновация» и опишите основные типы инноваций.

9. Дайте определение экономической инновации.

10. В чём состоит институциональный подход к управлению экономическим развитием территориального образования?

11. Опишите прикладные аспекты институционального подхода к системе государственного управления ДНР.

12. Какие подходы состоят в группе социально-экономических подходов к управлению экономическим развитием территориального образования?

13. Что означает системный подход к управлению экономическим развитием территориального образования?

14. Перечислите научные подходы к управлению экономическим развитием территориального образования.

15. Опишите количественный подход к управлению экономическим развитием территориального образования. Каковы основные разновидности данного подхода?

16. Что понимают под принципами управления экономическим развитием?

17. Опишите базисные принципы управления экономическим развитием территории: целостность, иерархичность строения, структурированность, множественность и системность.

18. Что означают термины «положение» и «фактор» в научных исследованиях?

19. Опишите сферу влияния внешних и внутренних факторов на экономическое развитие территориального образования.

20. Перечислите ключевые факторы, воздействующие на процесс управления инвестиционно-инновационным развитием региона.

21. Какие риски влияют на управление экономическим развитием территориального образования?

22. Дайте определение и перечислите основные особенности развития территориального образования.

23. Назовите три основные закономерности, присущие современному состоянию экономического развития территориальных образований.

24. Опишите закономерность неравновесности состояния территориальных социально-экономических систем.

25. Как трактует С.Ю. Глазьев технологический уклад экономики территориального образования?

26. Каким образом неравновесные и равновесные состояния экономики связаны с энтропией?

27. Чем обусловлена неравномерность экономического развития стран и регионов современного мира?

28. Охарактеризуйте термины «метод» и «инструмент» в научных исследованиях.
29. Что понимают под механизмом управления экономическим развитием территориального образования?
30. В чём состоит кибернетический подход к управлению социально-экономическими системами?
31. Какие методы управления называют детерминированными?
32. Опишите особенности метода экономико-математического моделирования.
33. Перечислите процедуры метода экономико-математического моделирования.
34. На каких этапах исследования применяется методика экономико-математического анализа.
35. Охарактеризуйте группы методов, относящиеся к количественному подходу.
36. Опишите основные способы обработки экономической информации.
37. Дайте определения модели, математической модели, экономико-математической модели.
38. В чём состоит методика проведения экономико-математического моделирования?
39. Охарактеризуйте этапы процесса принятия решений на основе экономико-математической модели.
40. Перечислите прикладные задачи экономико-математического моделирования. Как они связаны с информационными технологиями?
41. Опишите стохастические методы управления.
42. Как в вероятностных методах оптимизации используются дискретные и непрерывные случайные величины?
43. Какие законы распределения вероятностей наиболее часто используются в экономико-математическом моделировании?
44. Охарактеризуйте основные методы, используемые в моделях сетевого планирования и управления.
45. В чём состоит прикладная направленность закона больших чисел П.Л. Чебышёва?
46. Кратко опишите прикладные задачи, решаемые с помощью статистических методов оптимизации.
47. Что изучает эконометрика? Опишите объект исследования данной науки и её цель.
48. Объясните термин «однофакторная эконометрическая модель».
49. В чём состоят методы многофакторного эконометрического моделирования?
50. Укажите различия между методами регрессионного анализа и методами анализа временных рядов.

51. Охарактеризуйте прикладную направленность пространственной эконометрики.
52. Человеческий капитал как инструмент управления устойчивым развитием экономики территориального образования.
53. Диагностика факторов развития регионального человеческого капитала.
54. Компетентностные составляющие регионального человеческого капитала.
55. Концептуальные основы формирования регионального человеческого капитала в системе управления инновациями.
56. Прогнозирование временных интервалов устойчивого развития промышленных отраслей.
57. Пути совершенствования методов оценивания характеристик инвестиционно-инновационного развития региона.
58. Адаптация детерминированной модели открытой трёхсекторной экономики В.А. Колемаева к управлению экономикой региона.
59. Стохастическая методика оценки уровневых характеристик инвестирования в инновации регионального масштаба.
60. Формирование организационно-экономического механизма менеджмента региональной экономики.
61. Содержание прикладной диагностики уровня технологического уклада в экономике региона.
62. Что принято понимать под концепцией управления экономическим развитием территориального образования? Влиянию каких причин и аспектов подвержена данная концепция?
63. Как Й. Шумпетер классифицировал экономические инновации?
64. Опишите базовые показатели, по которым диагностируется ИЭ.
65. По какой методике рассчитывается индекс экономической свободы?
66. Каким образом оценивают уровень развития образования и науки территориального образования?
67. Осветите связь ИЭ с наличием в данной стране 4-го, 5-го или 6-го технологических укладов экономики.
68. Что понимают под высоким и конкурентоспособным качеством жизни? Каковы проблемы оценивания данного показателя?
69. Чем измеряют высокую стоимость и качество человеческого капитала?
70. Какие показатели формируют высокую долю инновационных предприятий и инновационной продукции?
71. Что понимают под замещением капиталов в экономике инновационного типа?

72. Каким образом конкуренция и высокий спрос на инновации, а также избыточность инноваций способствуют формированию экономики знаний и интеллекта?

73. Наличием каких рынков обеспечивается их разнообразие в контексте экономических инноваций?

74. Как измеряют показатель развития индустрии знаний и их высокий экспорт?

75. Охарактеризуйте связь ИЭ с наличием НИОКР.

76. Опишите диагностику уровня инновационности экономики территориального образования.

77. На чём основывается концепция управления экономическим развитием территориального образования?

78. Из каких ключевых узлов состоит прикладной алгоритм концепции управления экономическим развитием территориального образования?

Глава 2

АНАЛИТИЧЕСКИЙ БАЗИС ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ ЭКОНОМИКИ

2.1. Прикладной инструментарий управления предприятиями и промышленными комплексами региона

Отличительной особенностью текущего этапа функционирования экономик российских регионов и отраслей индустрии является постепенный уход от массового выпуска изделий старопромышленных типов. Предметы труда (сырьё и материалы начальных переделов) в обработке устаревшими машинами и оборудованием занимают всё меньшую долю в стоимости производимой продукции и предоставляемых услуг.

Экономика новых регионов Российской Федерации отягощена предприятиями времён советской индустрии. Решение задач промышленного и аграрного развития зависит от более полной реализации интеллектуальных возможностей трудовых ресурсов Новороссии, эффективного управления хозяйствующими субъектами, в контексте разработки модельно-прогнозных подходов к инновационной политике, инвестиционным вложениям и бизнес-отношениям.

При динамичных трансформациях внешней экономической среды мн. вопросы взаимодействия промышленных предприятий в составе регионального комплекса остаются открытыми и требуют управленческих ответов. Прикладные подходы к менеджменту региональной индустрии основаны на развитии инновационно-трудового характера, обеспеченного инвестициями. Расчётной базой этих подходов является экономико-математический инструментарий [47].

Управленческий функционал отвечает за текущую деятельность и приоритетные направления развития промышленного предприятия, непосредственно воздействуя блоком мероприятий. При этом хозяйствующий субъект выполняет заключённые договоры, получая прибыль, своевременно выплачивая заработную плату, обеспечивая рост конкурентоспособности изделий, модернизацию производственных процессов, совершенствование промышленных технологий, улучшая инфраструктуру жизнеобеспечения, эффективно используя персонал, материальные и финансовые ресурсы.

Менеджмент регионально-отраслевых комплексов имеет дело с системой взаимосвязанных субъектов индустрии и производственно-сбытовых отношений в распределении, обмене и потреблении ресурсов, продуктов и услуг. Истоками эффективности управления выступают системные методы обеспечения целостности, иерархичности строения, структурированности и множественности механизмов менеджмента промышленных предприятий, отраслей и комплексов экономики региона.

Помимо механизмов, в рамках прикладных подходов происходит разработка алгоритмов управления экономическими системами в лице компаний индустрии. Количественные методики менеджмента опираются на адекватную замену фактической системы её экономико-математической моделью, доступность, дешевизна, простота осмысления, возможность многократного экспериментирования с которой позволяют проверить полученные решения.

Будем использовать инструменты случайных величин. Таким образом, задействованы не только детерминированные, но и стохастические методы и модели управления промышленными предприятиями, системами, отраслями и комплексами региона.

Количественные, ситуационные, процессные и кибернетические подходы к программированию управленческих воздействий опираются на классические функции менеджмента по планированию, организации, мотивации и контролю. Промышленное предприятие как сложная открытая система элементов и одновременно объект управления исследуется аналитическими методами экономико-математического моделирования.

Прикладная модель (прототип реальности) оперирует входами, процессами, выходами, обратной связью и ограничениями. Входы преобразуются под управляющими воздействиями, становясь выходами, т.е. конечным результатом.

Более детально отметим, что входами системы менеджмента промышленных предприятий выступают ресурсы в виде информации, капитала, персонала, материалов и оборудования. Преобразование входов в выходы (выпускаемая продукция) происходит под воздействием производственных процессов [47; 71].

Востребованность изделий индустрии характеризует степень развития менеджмента промышленного предприятия, которая выражается прибылью, охватом рынка, уровнем удовлетворённости персонала в контексте социальной ответственности бизнеса перед государством. Обратная связь между субъектами и объектами управления позволяет корректировать аналитический вид целевой функции зависимости выходов от входов в систему.

При отличии прогноза выхода от имеющихся реалий больше чем на 10% осуществляется коррекция функциональных зависимостей в экономико-математической модели. Система ограничений определяется фактическим обеспечением ресурсами – материальными, финансовыми, трудовыми, информационными и т.д.

Эмпирическим путём установлена перспективность методов стохастического линейного программирования. Для этого оттолкнёмся от экономико-математической модели оптимального производства продукции индустрии в стохастической интерпретации.

Итак, промышленная компания в течение базового периода времени (года) выпускает продукцию n видов, где j ($j = \overline{1, n}$) – номер производи-

мого изделия. При этом используется m типов ресурсов под номерами i ($i = \overline{1, m}$) с запасами ресурсов $b_i(\omega)$, величины которых предполагаются случайными и зависят от элементарных исходов ω проводимого эксперимента. Кроме того, задействован $a_{ij}(\omega)$ – объём ресурса i , который расходуется на производство единицы изделия j .

Общие затраты $\sum_{i=1}^m a_{ij}(\omega) \cdot x_j$ ресурса i на выпуск искомого количества продукции x_j вида j (выхода модели) не должны быть больше имеющегося в наличии запаса $b_i(\omega)$. Стохастическое программирование рассматривает вероятность такого события, которая ограничена снизу числом β_i – надёжностью, близкой по значению к 1.

Для экономико-математического инструментария управления промышленным предприятием достаточно $\beta_i = 0,95$, т.е. шансы на успех составляют 95% и более.

Прибыль $c_j(\omega)$ от выпуска единицы продукции вида j также является случайной величиной. Её числовая характеристика определяется математическим ожиданием $M[c_j(\omega)]$.

Таким образом, модель состоит из стохастической линейной целевой функции Z – совокупной годовой прибыли промышленного предприятия, которая подлежит максимизации. В модель входит система вероятностных ограничений и условие неотрицательности объёма выпуска [47; 72; 103]:

$$Z = \sum_{j=1}^n M[c_j(\omega)] \cdot x_j \rightarrow \max ,$$

$$P \left\{ \sum_{i=1}^m a_{ij}(\omega) \cdot x_j \leq b_i(\omega) \right\} \geq \beta_i, \quad \beta_i \in [0;1] \quad (i = \overline{1, m}).$$

$$x_j \geq 0 \quad (j = \overline{1, n}).$$

Итак, математические методы исследования экономических операций сформировали аналитическую конструкцию в виде линейной модели со стохастическим программированием. Следовательно, одним из экономико-математических инструментов управления промышленным предприятием является прикладная стохастическая модель оптимального производства продукции региональной индустрии.

Стохастические компоненты модели (целевая функция и система ограничений) учитывают факторы возможных экономических потерь в процессе бизнес-отношений. Случайные составляющие нуждаются в статистических подходах к оценке математических ожиданий и вероятностей наступления событий (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Применение экономико-математической модели управления промышленным предприятием [103]

Случайная компонента	Прикладные методы	Экономико-математические инструменты
Целеполагающий функционал	Математические ожидания $M[\bullet]$ объёмов прибыли промышленных предприятий анализируемого региона	Статистический критерий χ^2 Пирсона о согласованности с реальностью предполагаемых законов распределения вероятностей в отношении объёмов прибыли предприятий индустрии, удельного расхода экономических ресурсов и их запасов
Вероятностные и др. ограничения модели	Оценивание вероятностей $P\{\bullet\}$ событий достаточности объёмов экономических ресурсов	

Модель апробирована на показателях Акционерного общества «Уральский турбинный завод» за период в последние десять лет. По итогам моделирования предложен ряд организационно-управленческих мероприятий относительно проектирования и оптимизации производства паровых турбин с теплофикационными свойствами.

Укрупняя поставленные задачи, исследуем проблемы промышленного менеджмента не только на уровне отдельного предприятия, но и в составе регионального индустриального комплекса. Для этого машиностроение рассмотрим разделённым на две подотрасли – производственное и потребительское.

Нас интересует первое, т.к. предприятия производственного машиностроения более активны в качестве источника технологического развития промышленности региона. Следовательно, имеет смысл анализировать прикладные аспекты применения экономико-математических методов и моделей управления предприятиями индустрии в составе регионального комплекса (в нашем случае – машиностроительного).

Экономика, организация и менеджмент предприятий такого комплекса объединяет машиностроительные отрасли и отдельные хозяйствующие субъекты по основным направлениям инновационной политики, управления бизнес-процессами, деловым планированием, ценообразованием, льготами и преференциями в отношении к изделиям и услугам производственного машиностроения.

В масштабном охвате всей совокупности проблем региональной и отраслевой экономики ограничимся внедрением инноваций, инвестиционной деятельностью и экономикой труда, факторизируемых стохастической моделью прогнозирования объёмов выпуска изделий производственного машиностроения на уровне хозяйственного комплекса региона.

Допустим, что этот комплекс объединяет q предприятий под номерами k ($k = \overline{1, q}$). Для аналитики используются показатели объёма выпуска X_k , стоимости ОПФ K_k , затрат труда L_k , величины капиталовложений I_k , изношенности ОПФ μ_k и волатильности их стоимости σ_k .

При наличии нижнего индекса « Σ » показатель становится общим для машиностроительного регионального комплекса, что конкретизируется в A_Σ – коэффициенте нейтрального научно-технического прогресса, c_Σ – коэффициенте эластичности производства изделий по стоимости ОПФ, e_Σ – коэффициенте эластичности производства машин и оборудования по трудовым затратам в стоимостном выражении.

Динамический характер экономико-математического инструментария управления машиностроительными предприятиями в составе промышленного комплекса региона отражается в t – непрерывном времени (дискретный аналог – номер временного периода), $\eta(t)$ – случайном процессе, отражающем возможные потери производственно-сбытовой деятельности, ε – малом положительном параметре стохастики, $d(\bullet)$ – операторе дифференцирования [47; 73 – 77].

Аналитическая методика прогноза объёма совокупного выпуска продукции машиностроительного комплекса региона имеет следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} X_\Sigma^{(f)} = A_\Sigma \cdot K_\Sigma^{c_\Sigma} \cdot L_\Sigma^{e_\Sigma}; \\ dK_k = -\mu_k \cdot K_k \cdot dt + I_k \cdot dt; \\ I_k = \sigma_k \cdot \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}} \cdot \eta(t / \varepsilon) \cdot K_k; \\ K_\Sigma = \sum_{k=1}^q K_k; \\ L_\Sigma = \sum_{k=1}^q L_k. \end{array} \right.$$

Прогноз выпуска машиностроительной продукции $X_\Sigma^{(f)}$ определяется агрегированными показателями стоимости ОПФ K_Σ , трудовых затрат L_Σ , а также уровня технологического развития A_Σ , от которого зависит рост объёмов производства профильных изделий.

Развивая идеи выдающегося донецкого математика Б.В. Бондарева усовершенствован метод оценивания параметров аналитической методики прогнозирования объёма совокупного выпуска продукции машиностроительного комплекса региона. В рамках метода рассматривается оценка квазиказимального правдоподобия θ_ε , прогнозируемого параметра θ такая, что выполняется оптимизационное условие:

$$\max_{\theta \in \Theta} \rho_\varepsilon \left(X_\varepsilon^{\theta_0}(\cdot), \theta, \theta_0 \right) = \rho_\varepsilon \left(X_\varepsilon^{\theta_0}(\cdot), \theta_\varepsilon, \theta_0 \right).$$

В роли таких параметров выступают μ_k , σ_k и A_Σ . Фактическое значение параметров оценивается символом θ_0 .

Ограниченность сверху вероятности основного события определено экспоненциальным неравенством:

$$P \left\{ \varepsilon^{-\frac{1}{2\alpha}} (\theta_\varepsilon - \theta_0) > H \right\} \leq D_0 \exp \left\{ -b_0 H^{2\alpha} \right\} + p_\varepsilon(m, R).$$

Полученная оценка квазимаксимального правдоподобия включает стохастическую добавку $p_\varepsilon(m, R)$ и положительные константы D_0 , b_0 ,

$$R = \frac{H^\alpha p_0 v^2}{4C^3 TL} \left(\frac{1}{TC} + \frac{2}{v} + \frac{1}{C} + 1 \right)^{-1}. \text{ Их значения определены в [103].}$$

Усовершенствованная методика адаптирована под потребности промышленного комплекса энергетического машиностроения Уральского региона. Его территория охватывает Свердловскую, Оренбургскую, Челябинскую и Курганскую области, Республику Башкортостан, Республику Удмуртия и Пермский край.

Прогноз объёма совокупного выпуска продукции регионального комплекса позволил систематизировать менеджмент производства и сбыта турбин для крупнотоннажных судов российских марок. Предложены мероприятия по координации экономической деятельности предприятий промышленного комплекса энергетического машиностроения Уральского региона с возможностью производства атомных энергоустановок новых типов.

В качестве инновационных направлений развития регионального комплекса проработаны перспективы выпуска энергетических машин и оборудования т.н. силовых островов для заводов по сжиганию мусора. Ещё одной точкой роста определена модернизированная сервитизация энергооборудования, для чего задействован усовершенствованный экономико-математический инструментарий управления промышленным комплексом регионального уровня.

Оценка коэффициентов эластичности в рамках аналитической методики прогноза объёма совокупного выпуска продукции промышленного комплекса энергетического машиностроения Уральского региона показала, что имеет место неравенство:

$$c_\Sigma + e_\Sigma > 1.$$

Это означает, что темпы роста выручки от реализации машин и оборудования превышают темпы увеличения совокупных затрат труда и инвестиций в производство. Таким образом, внедрение инноваций в экономику регионального комплекса благотворно сказывается на хозяйственных процессах отрасли энергетического машиностроения Урала.

Для усиления экономического эффекта предлагается в алгоритмах управления машиностроительного производства задействовать метод динамического программирования. Напомним, что этот раздел математического программирования оперирует с многошаговыми процессами или сводящимися к ним. Благодаря таким подходам генеральная задача (обычно крупная и с большим количеством факторов) допускает декомпозицию на последовательность решаемых подзадач с допустимым числом переменных [47; 78].

Алгоритм менеджмента регионального машиностроительного комплекса соответствует математическому принципу Р. Беллмана. Этот принцип оптимального управления является универсальным.

Фиксируется начальное (исходное) состояние управляемого объекта. Каждый следующий шаг является оптимальным только по отношению к предыдущей стадии менеджмента экономики машиностроительного комплекса региона.

Предыдущие состояния отсекаются. Существенно, что планирование многошагового процесса управления учитывает общий экономический эффект от реализации всей производственной программы, а не частную выгоду каждого этапа менеджмента.

Таким образом, осуществляется динамическое программирование стратегического целеполагания, допускающее на отдельных стадиях управления тактические отклонения от генеральной линии менеджмента экономики регионального машиностроительного комплекса (рис. 2.1).

В расчётных процедурах (рис. 2.1) участвуют аналитические элементы экономико-математического инструментария:

1) $x_j \geq 0$, $j = \overline{1, n}$ – параметры состояния системы промышленного производства;

2) $\overline{X}_k = (x_1^k, x_2^k, \dots, x_n^k)$ – набор параметров состояния системы на k -м шаге алгоритма;

3) U_k – количественная характеристика управляющего воздействия на k -м шаге алгоритма;

4) $S(\overline{X}_k)$ – обобщающее состояние эффективности промышленного менеджмента системы на k -м шаге алгоритма.

Переход производственной системы в следующее состояние происходит под управляющими воздействиями, что схематически выражается так:

$$S(\overline{X}_k) \xrightarrow{U_k} S(\overline{X}_{k+1}).$$

При конкретной постановке задачи эта абстракция (рис. 2.1) наполняется практической конкретикой, как в нашем случае – осуществлении программы технологического обновления производственных мощностей Акционерного общества «Уральский турбинный завод».



Рис. 2.1 – Применение методов динамического программирования к процессам управления промышленными предприятиями и комплексами [103]

Пошаговое планирование предусматривает ежемесячные капиталовложения в ОПФ объёмом ξ (млрд. руб.), из которого x (млрд. руб.) идёт на технологические инновации и принесёт предположительный доход $g_k(x)$ (млрд. руб.) в следующем квартале номер k . Остальная сумма $\xi - x$ (млрд. руб.) расходуется на производственные нужды и даст доход уже в текущем месяце номер $k-1$. Часть полученного дохода в объёме $w_{k-1}(\xi - x)$ (млрд. руб.) переходит на следующий месяц номер k .

Следовательно, субъектом управления машиностроительного предприятия варьируется неизвестный экономический параметр x , делящий сумму ξ на части, одна из которых x отвечает за внедрение технологических инноваций, а вторая часть $\xi - x$ обеспечивает текущие инвестиции в обновление ОПФ (Приложение О). Целевая функция определяется общим доходом следующего k -го месяца:

$$w_k(\xi) = \max_{x \in [0; \xi]} \{g_k(x) + w_{k-1}(\xi - x)\}.$$

Из этого выражения следует, что доход максимизируется выбором оптимальной величины управляющего параметра x . Сама же формула является рекуррентным соотношением доходов текущего и следующего месяца, реализуя основной принцип Р. Беллмана динамического программирования процессов управления применительно к Акционерному обществу «Уральский турбинный завод».

Расширенная задача позволяет оптимизировать управление техническим оснащением промышленного комплекса энергетического машиностроения Уральского региона. Экономическая сторона вопроса такова.

Предприятия регионального машиностроительного комплекса формируют оптимальную стратегию эксплуатации оборудования, «возраст» которого t лет. Длительность стратегии – m лет. При этом максимизируется прибыль от использования оборудования в течение каждых i лет ($i = \overline{1, m}$).

Экономико-математические инструменты управления машиностроительным комплексом региона включают [47; 79]:

- 1) $r(t)$ – годовой доход от использования t -летнего оборудования;
- 2) $z(t)$ – годовые затраты на сервис t -летнего оборудования;
- 3) $c(t)$ – остаточная стоимость t -летнего оборудования;
- 4) p – расходы на покупку новой техники;
- 5) $x_i(t) = 1$ – управляющее воздействие в виде замены t -летней техники к началу года номер i ($i = \overline{1, m}$);
- 6) $x_i(t) = 0$ – при тех же условиях замена не осуществляется, и оборудование эксплуатируется дальше.

Соберём вместе сведения об управляющих воздействиях на техническое оснащение регионального комплекса машиностроения (табл. 2.2).

Аналитика, представленная в табл. 2.2, концептуально реализует потребности экономико-математического прогнозирования показателей развития машиностроительного комплекса региона с помощью метода динамического программирования. Инструментарий допускает настройку к экономическому функционированию субъектов хозяйствования, входящих в машиностроительную отрасль регионов России и страны в целом.

Апробация экономико-математического инструментария управления промышленными предприятиями и комплексами региона осуществлена на базе обширных материалов государственной статистики и информационных ресурсов бизнес-структур Российской Федерации за период с 2014 года по 2024 год. Относительные отклонения прогноза от факта не превысили 10%, что свидетельствует об адекватности модели и методики.

Можно предположить, что к концу нынешнего десятилетия будет достигнут запланированный эффект от инновационной деятельности, ин-

вестиционной политики и организации трудовых отношений в машиностроительных комплексах российских регионов. Удельный вес инновационных компаний энергетического машиностроения приблизится к 60%, а выпуск инновационной продукции составит около 70%.

Таблица 2.2

Элементы метода динамического программирования процессотехнического оснащения промышленного комплекса региона (авторская модификация на основе [47; 80; 103])

Составляющая метода	Нет замены оборудования	Осуществлена замена оборудования
Прибыль от эксплуатации техники в i -м году	$\phi_i(t) = r_i(t) - z_i(t)$	$\phi_i(t) = c_i(t) - p + r_i(t) - z(0)$
Оптимальная прибыль от эксплуатации техники на последнем этапе алгоритма	$W_m(t) = \max_{x_m \in \{0,1\}} \begin{cases} r_m(t) - z_m(t), \\ c_m(t) - p + r_m(t) - z(0). \end{cases}$	
Функционал уравнения оптимальной прибыли от эксплуатации техники (общий случай)	$W_i(t) = \max_{x_i \in \{0,1\}} \begin{cases} r_i(t) - z_i(t) + W_{i+1}(t+1), \\ c_i(t) - p + r_i(t) - z(0) + W_{i+1}(1). \end{cases}$	

Этим оптимистичным устремлениям могут препятствовать ряд особенностей формирования внешней среды. Помимо экономических причин развитие машиностроительного комплекса региона зависит от технологических, социальных, политических и др. факторов.

Более детальное исследование прикладных аспектов управления машиностроительными предприятиями и комплексами регионов Российской Федерации определило авторское мнение об экономической эффективности анализируемых хозяйствующих субъектах. Эмпирическим путём и корреляционно-регрессионными методами установлена достаточно высокая степень зависимости экономического эффекта от спроса на продукцию, платёжеспособности отечественных бизнес-структур, оборотных активов компаний машиностроения, рентабельности выпуска, инвестиций в ОПФ, затрат труда, квалификации персонала, стоимости сырья, конкурентоспособности производственной среды, уровня технологического потенциала

отрасли, а также ценовых тенденций мировых и отечественных рынков промышленных машин, оборудования и сервиса.

Если взглянуть шире, то политические процессы влияют на экономику отдельных предприятий индустрии и в целом на хозяйственные комплексы регионов. Сказываются разрушения производственных мощностей в ходе военных действий, санкционная блокада сырья и продукции российских марок, нарушение кооперационных связей, неопределённость сбыта выпущенных изделий, ограниченность экспорта. Приходится преодолевать доминирование политических факторов над собственно экономическими [47; 81].

Стоит также обратить внимание на социальную составляющую экономического окружения промышленных предприятий и региональных комплексов. Речь идёт о месте и роли отраслей индустрии в фондосоздающих и потребительских секторах экономики регионов, имидже труда на промышленных предприятиях, информационной поддержке высокотехнологичных компаний, удовлетворении материальных и пр. потребностей трудовых ресурсов, социальных инновациях в отношении работников, а также их семей.

Не будем сбрасывать со счетов технико-технологические факторы развития экономики промышленных предприятий и комплексов региона. Наблюдается падение темпов развития отраслей индустрии из-за уровня научно-технических исследований, фрагментарности использования производственно-сбытовых инноваций, моральной устарелости части выпускаемой продукции, степени цифровизации хозяйственных процессов, изношенности ОПФ, степени энерго-материалоёмкости промышленного производства, что в значительной мере присуще экономике новых регионов России.

Поднятие уровня технологического уклада хозяйственных комплексов территориальных субъектов зависит от степени использования нано-, био-, компьютерно-телекоммуникационных, а также информационных технологий в промышленности, внедрения организационно-управленческих инноваций в процессы производства и сбыта промышленной продукции, к разряду которых относятся прикладные экономико-математические методы и модели управления предприятиями, системами, отраслями, комплексами российских регионов и всего государства.

Так, в общих чертах, можно описать прикладной инструментарий управления предприятиями и промышленными комплексами региона.

2.2. Применение балансовых моделей к управлению экономикой регионов и отраслей

Балансовые модели широко применяются для математического моделирования экономических систем и процессов. В основе этих моделей лежит балансовый метод, т. е. взаимное сопоставление имеющихся матери-

альных, трудовых и финансовых ресурсов. Под балансовой моделью следует понимать систему уравнений, которые удовлетворяют следующему требованию: соответствие наличия ресурса и его использования. Соответствие понимается либо как равенство, либо менее жестко – как достаточность ресурсов для удовлетворения потребности и, следовательно, наличие некоторого резерва [47; 82].

Балансовые модели относятся к матричным экономико-математическим моделям, в которых балансовый метод получил строгое математическое выражение. Данные модели объединяет не только общий формальный (матричный) принцип построения и единство системы расчётов, но и аналогичность экономических характеристик отдельных разделов. Всё это позволяет рассматривать структуру, содержание и основные зависимости матричных моделей на примере широко распространенной модели межотраслевого баланса (МОБ) производства и распределения продукции в народном хозяйстве. Этот баланс отражает производство и распределение общественного продукта в отраслевом разрезе, межотраслевые производственные связи, использование материальных и трудовых ресурсов, создание и распределение национального дохода.

Схема МОБ производства и распределения совокупного общественного продукта в стоимостном выражении приведена в табл. 2.3. В основу концептуальной схемы положено разделение совокупного продукта на две части: промежуточный и конечный продукт. Национальное хозяйство или хозяйственный комплекс региона представлены в виде совокупности n отраслей (имеются в виду чистые отрасли), при этом каждая отрасль фигурирует в балансе как производящая и как потребляющая.

Введём следующие обозначения [47]:

X_i – общий объём продукции i -й отрасли ($i = \overline{1, n}$) за данный промежуток времени – валовой продукт (выпуск) отрасли;

x_{ij} – объём продукции i -й отрасли, расходуемый j -й отраслью ($i, j = \overline{1, n}$) в процессе производства – производственное потребление;

Y_i – объём продукции i -й отрасли ($i = \overline{1, n}$), предназначенный к потреблению в непромышленной сфере – конечный продукт, в который входят создаваемые в хозяйстве запасы, личное потребление граждан, поставки на экспорт, обеспечение потребностей общества (просвещение, наука, здравоохранение, развитие инфраструктуры и т.д.).

Исследуем схему МОБ в разрезе его крупных составных частей. Выделим четыре части, имеющие различное экономическое содержание, которые называются квадрантами баланса.

Основной (первый) квадрант МОБ – это прямоугольная таблица межотраслевых материальных связей, представленных числами x_{ij} . Данный квадрант имеет вид квадратной матрицы размерности $n \times n$ (табл. 2.3).

Второй квадрант представлен конечной продукцией всех отраслей, выходящей из сферы производства на потребление и накопление. В табл.

2.3 этот раздел дан укрупнённо (в виде одного столбца величин $Y_i, i = \overline{1, n}$). Заметим, что в развёрнутой схеме МОБ конечный продукт каждой отрасли даётся дифференцированно по направлениям использования: на личное и общественное потребление, на накопление, экспорт и т.д. Значит, второй квадрант характеризует отраслевую материальную структуру национального дохода (табл. 2.3).

Таблица 2.3

Концептуальная схема межотраслевого баланса [47]

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли				Конечный продукт	Валовой продукт
	1-я	2-я	...	n-я		
1-я	x_{11}	x_{12}	...	x_{1n}	Y_1	X_1
2-я	x_{21}	x_{22}	...	x_{2n}	Y_2	X_2
...
i-я	x_{i1}	x_{i2}	...	x_{in}	Y_i	X_i
...
n-я	x_{n1}	x_{n2}	...	x_{nn}	Y_n	X_n
Амортизация	C_1	C_2	...	C_n	$\sum_{i=1}^n Y_i = \sum_{j=1}^n Z_j$	
Оплата труда	V_1	V_2	...	V_n		
Чистый доход	m_1	m_2	...	m_n		
Валовой продукт	X_1	X_2	...	X_n		$\sum_{i=1}^n X_i$

Следующий (третий) квадрант МОБ также характеризует национальный доход, но со стороны его стоимостного состава. Чистая продукция понимается как сумма оплаты труда V_j и чистого дохода отраслей m_j . Сумму амортизации C_j и чистой продукции $V_j + m_j$ обозначают Z_j и называют условно чистой продукцией j -й отрасли, т.е.

$$Z_j = C_j + (V_j + m_j), \quad j = \overline{1, n}.$$

Четвёртый квадрант, находящийся на пересечении столбцов второго квадранта и строк третьего квадранта, отражает конечное формирование и использование национального дохода. Следовательно, общий итог этого квадранта, так же как второго и третьего, должен быть равен созданному за год национальному доходу.

Валовой продукт отраслей представлен в виде столбца справа от второго квадранта и в виде строки ниже третьего квадранта. Строка и столбец валовой продукции замыкают схему МОБ и играют важную роль, как для

проверки самого баланса, так и для разработки экономико-математической модели МОБ.

Рассматривая схему баланса по столбцам, можно сделать вывод, что итог материальных затрат любой потребляющей отрасли и её условно чистой продукции равен валовому продукту этой отрасли. Это первое соотношение баланса [47; 82]:

$$X_j = \sum_{i=1}^n x_{ij} + Z_j, \quad j = \overline{1, n}$$

Данные свойства задают систему n уравнений, отражающих стоимостной состав продукции всех отраслей материальной сферы.

Если рассматривать схему МОБ по строкам для каждой производящей отрасли, то можно увидеть, что валовой продукт той или иной отрасли равен сумме материальных затрат отраслей, потребляющих её продукцию, и конечного продукта данной отрасли. Это второе соотношение баланса:

$$X_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + Y_i, \quad i = \overline{1, n}.$$

Это соотношение описывает систему из n уравнений, которые называются уравнениями распределения продукции отраслей материального производства по направлениям использования. Просуммируем по всем отраслям $j = \overline{1, n}$ предыдущие уравнения:

$$\sum_{j=1}^n X_j = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij} + \sum_{j=1}^n Z_j.$$

Такое же суммирование уравнений по индексу $i = \overline{1, n}$ даёт следующий результат:

$$\sum_{i=1}^n X_i = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij} + \sum_{i=1}^n Y_i.$$

Левые части обоих равенств равны между собой, т. к. представляют собой весь валовой общественный продукт. Первые слагаемые правых частей этих равенств также равны между собой. Значит, должно соблюдаться соотношение:

$$\sum_{j=1}^n Z_j = \sum_{i=1}^n Y_i.$$

Левая часть этих уравнения – это итог третьего квадранта, а правая – итог второго квадранта. Данное равенство показывает, что в МОБ соблюдается важнейший принцип единства материального и стоимостного состава национального дохода.

Базу информационного обеспечения модели МОБ составляет технологическая матрица, содержащая коэффициенты прямых материальных затрат на производство единицы продукции. Эта матрица является также основной экономико-математической модели МОБ.

Леонтьев, исследуя развитие американской экономики перед Второй мировой войной, обратил внимание на важное обстоятельство. А именно, величины

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j}, \quad i, j = \overline{1, n}$$

остаются постоянными в течение ряда лет. Этот факт обуславливается примерным постоянством используемой технологии. Числа a_{ij} называются коэффициентами прямых материальных затрат.

Коэффициент прямых материальных затрат a_{ij} показывает, какое количество продукции i -й отрасли необходимо для производства единицы продукции j -й отрасли (с учётом только прямых затрат).

Применяя приведенную выше формулу, систему уравнений баланса можно переписать в следующем виде [47; 83]:

$$X_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} X_j + Y_i, \quad i = \overline{1, n}.$$

Рассмотрим матрицу коэффициентов прямых материальных затрат A , а также вектор-столбец валового выпуска продукции X и вектор-столбец конечного потребления Y :

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}, \quad X = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_n \end{pmatrix}, \quad Y = \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \dots \\ Y_n \end{pmatrix}.$$

Система уравнений в матричной форме имеет такой вид:

$$X = AX + Y.$$

Эта система уравнений, или она же в матричной форме, называется экономико-математической моделью МОБ. Употребляют и другие названия – модель Леонтьева, модель «затраты–выпуск». Матричное уравнение называют также уравнением линейного межотраслевого баланса.

Посредством данной модели можно выполнять три варианта расчётов [47; 84 – 90].

1. Пусть мы можем задать величины валовой продукции каждой отрасли X_i ($i = \overline{1, n}$) и нам известна матрица A . Тогда можно определить объём конечной продукции каждой отрасли Y_i ($i = \overline{1, n}$), переписав предыдущую формулу в следующем виде

$$Y = (E - A)X ,$$

где $E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{pmatrix}$ – это единичная матрица порядка n .

2. Задавая величины конечной продукции всех отраслей Y и матрицу коэффициентов прямых материальных затрат A , из предыдущей формулы можно определить

$$X = (E - A)^{-1}Y ,$$

3. Задавая для ряда отраслей величины валовой продукции, а для всех остальных отраслей объёмы конечной продукции, можно найти величины конечной продукции первых отраслей и объёмы валовой продукции вторых. В этом варианте расчёта удобнее пользоваться не матричной формой модели, а системой линейных уравнений.

Допустим, что матрица $(E - A)$ является невырожденной. Введём следующее обозначение для обратной матрицы:

$$B = (E - A)^{-1} = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nn} \end{pmatrix} .$$

Тогда систему уравнений в матричной форме можно записать в виде:

$$X = BY .$$

Отсюда можно получить соотношения:

$$X_i = \sum_{j=1}^n b_{ij} Y_j, \quad i = \overline{1, n}.$$

Из данных равенств следует, что валовая продукция выступает как взвешенная сумма величин конечной продукции, причём весами являются коэффициенты b_{ij} . Они показывают, сколько всего нужно произвести продукции i -й отрасли для выпуска в сферу конечного использования единицы продукции j -й отрасли. В отличие от коэффициентов прямых затрат a_{ij} коэффициенты b_{ij} называются коэффициентами полных материальных затрат и включают в себя как прямые, так и косвенные затраты. Если прямые затраты отражают количество средств производства, израсходованных непосредственно при изготовлении данного продукта, то косвенные относятся к предшествующим стадиям производства и входят в производство продукта не прямо, а через другие (промежуточные) средства производства. Коэффициентами полных материальных затрат можно пользоваться, когда необходимо определить, как скажется на валовом выпуске некоторой отрасли предполагаемое изменение объемов конечной продукции всех отраслей [47]:

$$\Delta X_i = \sum_{j=1}^n b_{ij} \cdot \Delta Y_j, \quad i = \overline{1, n},$$

где ΔX_i – изменение величины валового продукта i -й отрасли при наличии изменений величин конечного продукта ΔY_j ($j = \overline{1, n}$) во всех отраслях.

Анализируя модель МОБ, необходимо прежде всего рассмотреть основные свойства матрицы коэффициентов прямых материальных затрат A . Коэффициенты прямых затрат по определению являются неотрицательными, следовательно, матрица A в целом может быть названа неотрицательной. Этот факт мы условно обозначим $A \geq 0$. Т.к. процесс воспроизводства нельзя осуществлять, если для собственного воспроизводства в отрасли затрачивается большее количество продукта, чем создается, то очевидно, что диагональные элементы матрицы A меньше единицы: $a_{ii} < 1$ ($i = \overline{1, n}$).

Уравнения МОБ являются отражением реальных экономических процессов, в которых содержательный смысл могут иметь лишь неотрицательные значения валовых выпусков, поэтому вектор валовой продукции X состоит из неотрицательных компонентов. Экономическая система обеспечивает положительный конечный выпуск по всем отраслям, если

матрица коэффициентов прямых материальных затрат удовлетворяет условию продуктивности [47]:

$$X > AX .$$

Неравенство означает существование положительного вектора конечной продукции $Y > 0$ для модели МОБ.

Одной из основных функций маркетинга является производственная функция, которая предполагает в первую очередь организацию материально-технического снабжения на основе анализа хозяйственных связей. Поэтому основным видом моделей согласования ресурсов и потребностей в материально-техническом снабжении являются балансовые модели, аналогичные рассмотренной выше модели МОБ.

Межпродуктовые балансы чаще всего используются в натуральном выражении. В них первый раздел отражает источники формирования ресурсов продукции, а второй показывает направления использования ресурсов на текущее производственное потребление и конечное потребление. Эти балансы позволяют определить потребность в продукции каждой отрасли и взаимосвязанные объёмы производства продукции, обеспечивают согласование ресурсов с потребностью на всех стадиях переработки продукции с учётом прямых и косвенных связей.

Прикладная модель межпродуктового баланса имеет вид [47]:

$$X_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} X_j + Y_i, \quad i = \overline{1, n},$$

что по форме совпадает с моделью МОБ в стоимостном выражении, однако здесь все величины даны в натуральных измерителях. Для примера приведём значения некоторых коэффициентов прямых материальных затрат a_{ij} . На изготовление одного грузового автомобиля расходуется в среднем 2,5 т стального проката, 0,5 т чугуна, 2 тыс. кВт·ч электроэнергии, 1 м³ пиломатериалов и т.д.

Решим одну из задач маркетинга на основе модели межпродуктового баланса. В моделях межпродуктовых балансов в состав объёма конечной продукции Y_i входит количество продукции, направляемой на увеличение запасов и резервов. Величина этого прироста по каждой продукции часто задается вне модели, что определяет общее количество продукции каждого наименования, идущее на прирост запасов, но не дает возможности узнать, в каком объёме требуются эти запасы для обеспечения непрерывности производства, какова оптимальная величина совокупных запасов для данной продукции. Поэтому необходимо наряду с прямыми затратами отражать величину запасов и резервов в том разделе баланса, где по строкам показываются производственные связи и затраты одного вида продукта на

все другие виды, а по столбцам – затраты различных продуктов на производство продукта данного вида.

Применим новый термин. Коэффициент запасоёмкости s_{ij} показывает, какое количество запаса продукции i -го вида необходимо при производстве единицы продукции j -го вида. Пусть S_{ij} есть величина запаса продукции i -го вида, используемого для производства j -й продукции, а X_j – общий объём производства j -й продукции, то величину коэффициента запасоёмкости можно определить по формуле [47]:

$$s_{ij} = \frac{S_{ij}}{X_j}, \quad i, j = \overline{1, n}$$

Коэффициенты запасоёмкости можно рассчитать на основе статистических данных за предыдущие годы. Если в схему межпродуктового баланса ввести показатели запасоёмкости, то уравнение межпродуктового баланса примет вид:

$$X_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} X_j + \sum_{j=1}^n s_{ij} X_j + Y_i, \quad i = \overline{1, n}.$$

Употребим, наряду с ранее использованными матричными величинами, матрицу коэффициентов запасоёмкости [47; 91]:

$$S = \begin{pmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ s_{n1} & s_{n2} & \dots & s_{nn} \end{pmatrix}.$$

Прикладная модель допускает запись в матричном виде

$$X = AX + SX + Y,$$

откуда выводится следующее соотношение:

$$X = (E - A - S)^{-1} Y.$$

Используемая матрица $B^S = (E - A - S)^{-1}$ аналогична матрице B коэффициентов полных материальных затрат, но наряду с прямыми и косвенными затратами включает также затраты запасов на единицу конечной продукции.

Прикладные балансовые модели могут быть полезны также при реализации сбытовой функции маркетинга, в частности в вопросах ценообразования. В условиях формирования рыночных цен они помогают выявить, например, дисбаланс межотраслевых и внутриотраслевых цен при свободном рыночном ценообразовании.

Изучим проблему расчёта системы цен по формуле стоимости на основе МОБ. Обозначим через t_j коэффициент прямых затрат труда в j -й отрасли, через P_j цену единицы j -го продукта, через P_t денежный эквивалент новой стоимости, созданной в единицу рабочего времени. Тогда в балансе для каждого j -го продукта должно соблюдаться равенство:

$$P_j = \sum_{j=1}^n a_{ij} P_j + t_j P_t, \quad j = \overline{1, n}.$$

Положим, что V_n – нормативная ставка оплаты единицы рабочего времени, α – норма прибавочного продукта по отношению к необходимому (норма прибыли). Для величины P_t справедлива формула:

$$P_t = V_n (1 + \alpha).$$

Предполагая величину нормативной ставки оплаты единицы рабочего времени (единицы затрат труда) V_n известной, нормировать коэффициент α можно путём присоединения к системе уравнений дополнительного $(n + 1)$ -го уравнения, используя объёмные показатели МОБ. Полагая для простоты, что сумма доходов населения, не занятого в производственной сфере, равна нулю, уравнение можно записать в следующем виде [47]:

$$V_n \sum_{j=1}^n X_j t_j = \sum_{j=1}^n P_j Y_j.$$

Данное уравнение отражает требование соответствия доходов населения и общей стоимости товаров конечного потребления.

По формуле стоимости на базе уравнений МОБ можно также рассчитывать новые перспективные цены и индексы их динамики в сравнении с уровнями базисного года. Показатели нового периода будем обозначать верхним индексом «*». Например, будем рассматривать x_{ij} и x_{ij}^* и т.д.

Рассмотрим коэффициенты распределения продукции

$$h_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_i}, \quad i, j = \overline{1, n},$$

которые показывают долю продукции i -й отрасли, выступающую в качестве текущих затрат на выпуск продукции j -й отрасли.

Обозначив через r_i индекс изменения цены продукции i -й отрасли

$$r_i = \frac{X_i^*}{X_i} = \frac{x_{ij}^*}{x_{ij}},$$

получим равенства:

$$h_{ij}^* = \frac{x_{ij}^*}{X_i^*} = \frac{r_i \cdot x_{ij}}{r_i \cdot X_i} = h_{ij}.$$

Матрица коэффициентов распределения продукции H не зависит от изменения отраслевых уровней цен. Для полностью сбалансированного МОБ по столбцам первого и третьего квадрантов должны выполняться следующие соотношения [47]:

$$X_j^* = \sum_{i=1}^n x_{ij}^* + Z_j^*, \quad j = \overline{1, n}.$$

Или

$$X_j^* = \sum_{i=1}^n X_i^* \cdot h_{ij} + Z_j^*, \quad j = \overline{1, n},$$

которые представимы в матричном обозначении

$$X^* = X^* \cdot H + Z^*.$$

Здесь $X^* = (X_1^*, X_2^*, \dots, X_n^*)$ – вектор-строка валового выпуска отраслей в ценах будущего периода, а $Z^* = (Z_1^*, Z_2^*, \dots, Z_n^*)$ – вектор-строка условно чистого дохода в новых ценах.

Решим систему уравнений в матричном виде:

$$X^* = Z^* \cdot (E - H)^{-1},$$

Вычислив валовые выпуски отраслей в перспективных ценах, можно получить индексы динамики отраслевых цен в сравнении с базисным годом:

$$r_i = \frac{X_i^*}{X_i}, \quad i = \overline{1, n}.$$

Имеется другой метод расчёта отраслевых индексов динамики цен, основанный на модели прямого счёта. Известно, что выполняются равенства:

$$X_j^* = r_j \cdot X_j, \quad x_{ij}^* = r_j \cdot x_{ij}.$$

Значит, систему уравнений можно переписать в виде:

$$r_j \cdot X_j = \sum_{i=1}^n r_j \cdot x_{ij} + Z_j^*, \quad j = \overline{1, n}.$$

Учитывая связь с коэффициентами прямых материальных затрат: $x_{ij} = a_{ij} X_j$ ($i, j = \overline{1, n}$). Последнюю систему уравнений можно представить так:

$$r_j \cdot X_j = \sum_{i=1}^n r_j \cdot a_{ij} X_j + Z_j^*, \quad j = \overline{1, n}.$$

Разделив обе части уравнений на X_j , получим [47; 92]:

$$r_j = \sum_{i=1}^n r_j \cdot a_{ij} + \frac{Z_j^*}{X_j}, \quad j = \overline{1, n}.$$

Введём обозначение через $r = (r_1, r_2, \dots, r_n)$ вектор-строки индексов динамики отраслевых перспективных цен, через $G = (g_1, g_2, \dots, g_n)$ – вектор-строки, компонентами которого являются величины $g_j = \frac{Z_j^*}{X_j}$. Тогда система уравнений представима в матричном виде

$$r = r \cdot A + G.$$

Решение матричного уравнения:

$$r = G \cdot (E - A)^{-1} = G \cdot B,$$

где $B = (E - A)^{-1}$ – матрица коэффициентов полных материальных затрат.

Далее рассмотрим применение теории индикаторов балансовых моделей управления экономикой региона и развитием бизнес-процессов в отраслях промышленности.

Длительное употребление термина «старопромышленный регион» не закрыло все вопросы относительно сущности данной категории. В то же время, практически отсутствуют теоретические основы, характеризующие особенностей таких территориальных единиц. Это обуславливает необходимость совершенствования методики диагностики уровней технологических укладов региональных экономик. При этом статистически оцениваются:

- совокупный объём годового выпуска товаров и услуг X_{Σ} ;
- годовые объёмы производства по всем предприятиям материального сектора X_0 (выпускают предметы труда), фондосоздающего сектора X_1 (выпускают средства труда), потребительского сектора X_2 (выпускают товары и услуги);
- динамика годовых объёмов ОПФ;
- динамика годовых объёмов инвестиций в производство;
- динамика занятости;
- экономические риски в регионе;
- параметры моделируемых случайных процессов, описывающих уровни неопределённости экономических и социальных отношений на территории региона.

Интегральный индикатор уровня технологического уклада экономики региона оценивается по формуле [47]:

$$\bar{u} = W \cdot U,$$

где номера технологических укладов, которые доминируют в секторах, объединены в матрицу:

$$U = \begin{pmatrix} u_0 \\ u_1 \\ u_2 \end{pmatrix}.$$

Матрица, содержащая доли секторов, имеет вид:

$$W = (w_0 \quad w_1 \quad w_2).$$

Доли секторов соотносятся с совокупным объёмом продукции следующим образом:

$$w_i = \frac{X_i}{X_\Sigma}, \quad i = 0, 1, 2.$$

При этом имеют место тождества [47; 93]:

$$\begin{aligned} X_0 + X_1 + X_2 &= X_\Sigma, \\ w_0 + w_1 + w_2 &= 1. \end{aligned}$$

Согласно предлагаемой методике, будем утверждать, что термин «старопромышленный» допустимо применять к территориальным субъектам, в экономике которых наблюдается значительное преобладание отраслей добывающей промышленности, чёрной и цветной металлургии, электроэнергетики, химической промышленности и др., относящихся к материальному сектору. В силу этих причин интегральный индикатор опускается ниже оценки «пять». Фондосоздающий сектор, включающий машиностроение и промышленное строительство, в сравнении с материальным имеет меньший удельный вес.

В развитие понятийно-категориального аппарата ещё раз подчеркнём и добавим, что под старопромышленным регионом подразумевается территориальный субъект со специфичной экономикой, в которой фондосоздающий и потребительский сектора доминируются материальным сектором, а технологический уклад типичен для преобладающей тяжёлой индустрии. Эти особенности определяют ключевые условия функционирования регионального хозяйства, среди которых низкая отраслевая диверсификация промышленных предприятий, ограниченная номенклатура продукции, мало конкурентный сервис, недостаточное развитие бизнес-форм, проблемы со спросом и предложением рабочей силы, узкий перечень специальностей, ограниченность возможностей приобретения новых профессий, наличие барьеров по переподготовке трудовых ресурсов, перекосы в размерах оплаты труда, сравнительно высокий уровень безработицы. К перечисленному следует прибавить экологические проблемы, социальную напряжённость, ветхий жилой фонд, устаревшие технологии, отягощённость производственной структуры, затратность базовых отраслей, неразвитость инфраструктур, незначительность доли выпуска инновационных изделий, низкая привлекательность территории в отношении инвестирования и нововнедренческих мероприятий.

К перечисленным аспектам примыкают слабое технологическое развитие промышленности и наличие проблем импортозамещения.

Социально-экономические опыты зачастую обходятся дорого. Реализации региональных производственно-хозяйственных проектов должно предшествовать моделирование состояний внешней среды, влияния внутренних факторов и возможных последствий. В этой связи основным достоинствами мало-секторных моделей менеджмента социально-экономического развития являют-

ся их адекватность и возможность формирования региональных межотраслевых балансов (табл. 2.4).

В таблице присутствуют: X_i ($i = 0, 1, 2$) – общие годовые объёмы выпущенных изделий в секторах экономики региона; x_{ij} – объёмы выпуска изделий сектором i , расходуемые в производственных процессах сектора j ($i, j = 0, 1, 2$); Y_i – объёмы выпуска в секторе i , потребляемые непродуцирующей сферой; Z_j – объёмы выпуска т.н. условно чистой продукции в секторе j территориального субъекта.

Таблица 2.4

Структура межотраслевого баланса при моделировании процессов менеджмента социально-экономического развития региона [47]

Производящий сектор	Потребляющий сектор			Стоим. конеч. продукта	Объём валов. продукта
	Материал.	Фондосозд.	Потребит.		
Материал.	x_{00}	x_{01}	x_{02}	Y_0	X_0
Фондосозд.	x_{10}	x_{11}	x_{12}	Y_1	X_1
Потребит.	x_{20}	x_{21}	x_{22}	Y_2	X_2
Стоимость условно чистой продукции	Z_0	Z_1	Z_2	$\sum_{j=0}^2 Z_j = \sum_{i=0}^2 Y_i$	
Объём валового продукта	X_0	X_1	X_2		$\sum_{i=0}^2 X_i$

Региональный межотраслевой баланс структурно входит в модель, адаптированную под нужды старопромышленного региона. Перспективна апробация модели на социально-экономических показателях конкретного региона. Критерием успешности модели будет незначительность расхождения фактических и прогнозных значений основных социально-экономических характеристик в пределах допустимых 10%.

Усовершенствованная модель (рис. 2.2) рекомендуется регионам с преобладанием старопромышленных форм хозяйствования. За этим шагом следует разработка мероприятий по привлечению инвестиций в инновации с целью устойчивого социально-экономического развития данных территориальных единиц.

Необходимы эффективные управляющие воздействия на развитие бизнес-процессов в экономике промышленности. Рассмотрению подлежат доступные регионально-отраслевые методы планирования и прогнозирования в контексте прикладного математического моделирования упомянутыми процессами.

Промышленные бизнес-процессы регионального масштаба выступают в роли совокупности последовательных действий, определяемых целеполаганием и соответствующими задачами, а также наличием техническо-

го и другого оборудования, технологий, сырья, финансовых, трудовых и иных ресурсов, позволяющих производить конечные и промежуточные продукты или оказывать услуги индустриального профиля для нужд материального, фондосоздающего и потребительского секторов экономики (рис. 2.2).

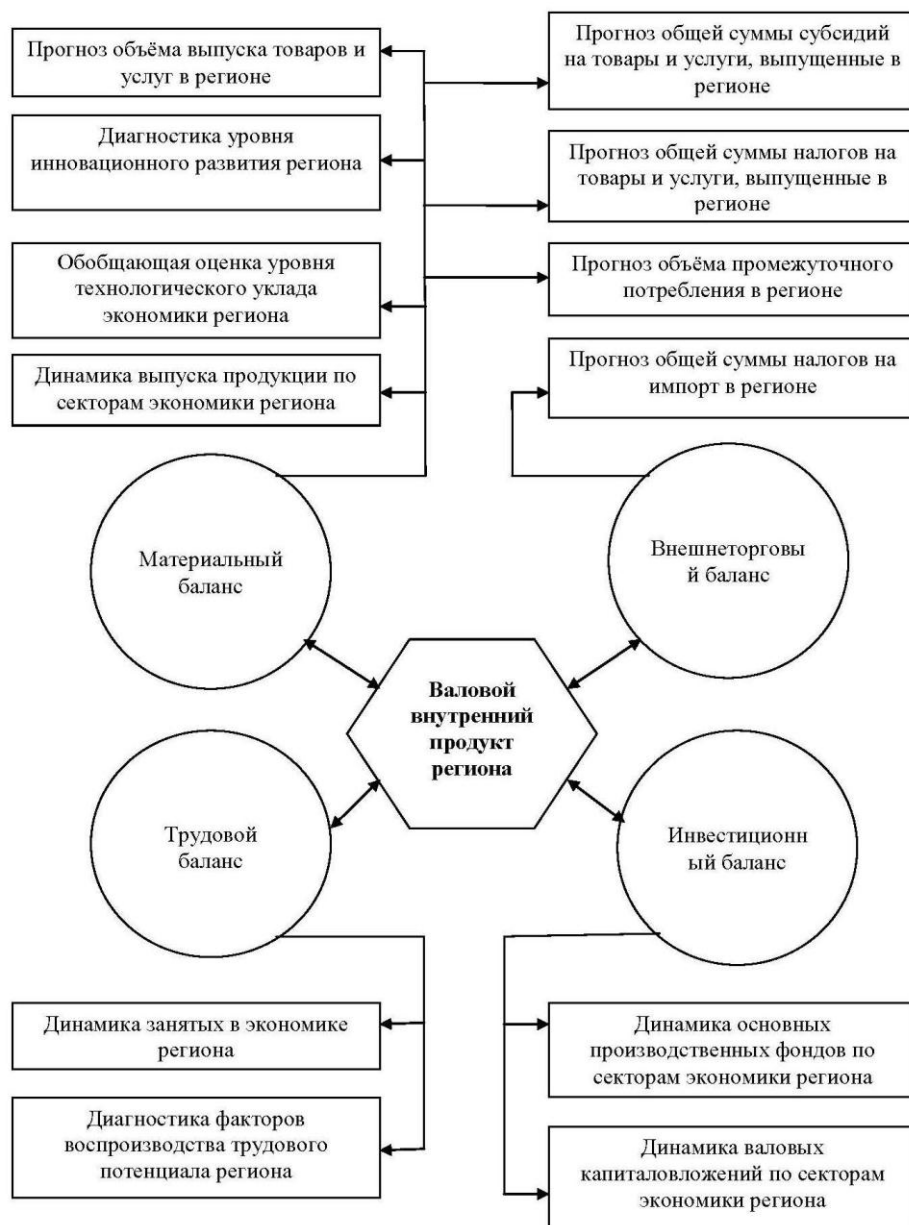


Рис. 2.2 – Схематическая модель управления социально-экономическим развитием региона [21 – 24; 103]

Важной составляющей бизнес-процессов является промышленное строительство инфраструктурных объектов, требующее организации и управления исполнителями соответствующих проектов, что требует: контроля сроков исполнения проектно-строительной и другой рабочей документации; контроля сроков промышленного строительства вместе с объектами инфраструктуры; взаимодействия с госнадзорными органами по приёмке и вводу в эксплуатацию производственных зданий и иных помеще-

ний. Региональное развитие бизнес-процессов в экономике промышленности на современном этапе невозможно без оснащения инфраструктурных объектов индустрии машинами и оборудованием, спроектированными и построенными на базе инновационных технологий.

Беспрецедентные международные санкции подвигли национальную экономику к реализации программ импортозамещения, в которых особенно остро стоит вопрос разработки энергоэффективных технологий. Последовательное обновление объектов энергетики требует слаженных действий отрасли энергетического машиностроения России во взаимодействии с бизнес-структурами, занимающихся энерго-развитием на региональном уровне.

При этом на бизнес-процессы оказываются комплексные воздействия со стороны системы управления, оценка и повышение эффективности которой осуществляются в пределах возможностей секторов индустрии региональной и отраслевой экономики. Методы прогнозирования и моделирования входят в состав теории управления экономикой региона (рис. 2.3).

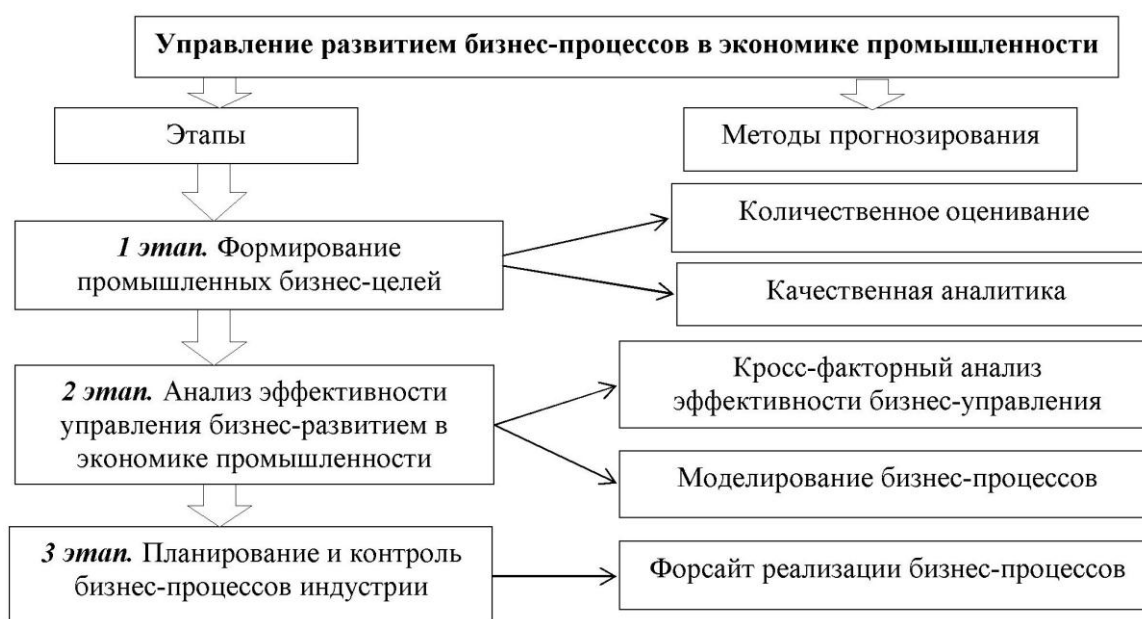


Рис. 2.3 – Элементы региональной системы управления развитием бизнес-процессов в экономике промышленности на основе прогнозирования и моделирования [25 – 30; 103]

Речь идёт о регионально-отраслевых методах прогнозирования и прикладного математического моделирования, что в условиях цифровизации и роста объёма числовой информации требует совершенствования количественных методик её сбора и последующей обработки.

Инструменты количественного оценивания укладываются в схему прогнозирования показателей регионального развития бизнес-процессов в экономике промышленности.

Обратим внимание на технологии статистической обработки численных данных, которые осуществляются с помощью компьютерного поиска разного уровня сложности по значениям социально-экономических параметров. Ранжирование сложных трендовых построений делает возможным первичную разработку прогнозов развития бизнес-процессов в экономике промышленности на основе вычленения наиболее важных кластеров информации регионального уровня.

Поисковые действия и заимствование разработок конкурентов, выявление собственных слабых сторон приводят к эталонному анализу бенчмаркинговой направленности. Уровень развития бизнес-процессов в экономике конкретной отрасли промышленности в сравнении с другими отраслями позволяет выявить отставание, определить инновационный потенциал и разработать план действий в системе управления экономикой региона.

Задачи построения прогнозов продуктивно решать методом кросс-факторного анализа. Такого рода методики учитывают зависимости экономических факторов друг от друга, их общее влияние на региональные хозяйственные показатели.

Статистическая выборка x_1, x_2, \dots, x_m социально-экономических показателей характеризует уровень развития бизнес-процессов в экономике промышленности регионов России. По наличию внутривыборочной корреляции их нельзя полагать независимыми переменными.

Обобщённые социально-хозяйственные факторы F_1, F_2, \dots, F_p ($p < m$) напрямую не относятся к экономике промышленности регионов и не совпадают с показателями x_1, x_2, \dots, x_m . Влияние факторов на показатели экономики промышленности регионов отражается кросс-факторными уравнениями [47; 94; 103]:

$$x_i = l_{1i}F_1 + l_{2i}F_2 + \dots + l_{pi}F_p + \varepsilon_i \quad (i = \overline{1, m}).$$

Коэффициенты l_{ki} ($k = \overline{1, p}; i = \overline{1, m}$) являются факторными нагрузками. Стохастические компоненты ε_i отражают хозяйственные, политические и иные риски реализации промышленной политики в регионах Российской Федерации.

Оценка численных значений факторных нагрузок посредством аналитических процедур выступает в качестве ключевого звена регионально-отраслевого метода прогнозирования, обеспечивающего теоретические основы управления развитием бизнес-процессов в экономике промышленности региональных масштабов.

На следующем этапе исследования применяется метод прикладного эконометрического моделирования в матричной форме:

$$V = (Z^T \cdot Z)^{-1} \cdot Z^T \cdot R.$$

Левая часть уравнения содержит искомый вектор-столбец весовых коэффициентов (их сумма равна единице), играющих роль агрегированных индексов состояния развития бизнес-процессов в экономике промышленности регионов России. Значения элементов вектора-столбца оцениваются методом наименьших квадратов.

Правая часть многофакторной модели формируется операциями, умножения матриц, их инвертирования и транспонирования. В состав уравнения входят вектор-столбец годового объёма выпущенной инновационной продукции R в анализируемых регионах Российской Федерации и матрица значений агрегированных индексов Z состояния развития бизнес-процессов в экономике промышленности. Матрицы R и матрица Z центрированы и нормированы. Весовые коэффициенты $v^{\{i\}}$ можно сравнивать между собой по их значимости.

Помимо количественных методов прогнозирования, существуют и качественные. Экспертные интервью осуществляются в виде устного консультирования с группой квалифицированных специалистов, что находит себя в построении дерева целеполагания (рис. 2.4).



Рис. 2.4 – Схема построения дерева бизнес-целей в экономике промышленности региона [31 – 37; 103]

Получение экспертного заключения по состоянию развития бизнес-процессов в экономике промышленности региона возможно в вопросах: прогнозирования событий при наличии недостающей информации; при-

близительной количественной оценки качественных характеристик; интуитивного восприятия действительности. На этом этапе важно иметь чёткую классификацию (табл. 2.5).

Таблица 2.5

Методы прогнозирования показателей развития бизнес-процессов в экономике промышленности регионов [47; 103]

Группа методов	Название метода	Краткая суть метода
Количественное оценивание	Кросс-факторный анализ	Учёт взаимных зависимостей факторов друг от друга, а также их общего влияния на интегральные хозяйственные показатели продуктивности экономики промышленности региона
	Эконометрическое моделирование	Исследование реалий развития бизнес-процессов в экономике промышленности региона по модели регрессии
Качественная аналитика	Сценарный метод	Формирование группой специалистов обозримого количества вариантов будущего применительно к развитию бизнес-процессов в экономике промышленности региона
	Экспертное интервьюирование	Получение концентрированных сведений по развитию бизнес-процессов в экономике промышленности на основе эмпирического опыта экспертов
Форсайт-прогнозирование	Дорожное картирование	Выработка долгосрочной стратегии развития бизнес-процессов в экономике промышленности региона посредством пошагового временного и финансового планирования путей достижения эталонных значений хозяйственных показателей
	Ретроспекция	Прогнозирование будущего развития бизнес-процессов в экономике промышленности региона в виде нормативных предположений о грядущих событиях, их связях с настоящим, степени возможной реализации и последствий наступления

Методы форсайт-прогнозирования позволяют формировать образ будущего. Их классификация применительно к развитию бизнес-процессов в экономике промышленности региона основана на способах анализа и источниках данных, которые могут быть количественными, качественными и смешанными, что желательно использовать комплексным образом.

Форсайт-метод формирования технологических дорожных карт применим в разработке долгосрочных стратегий бизнес-развития промышленной отрасли региона. Пошаговое планирование фаз развития промышленных бизнес-процессов в будущем производится нуждами частного бизне-

са, социума и органов государственного управления. Дорожные карты опираются на статистические методики по оцениванию временных интервалов достижения бизнес-результатов.

Ретроспективный анализ отталкивается от выработки будущих нормативных событий с исследованием их возможной реализации и последствий форсайт-прогнозирования. Аналитики полагают, что событие уже произошло, а исходя уже из этого факта планируют текущие действия, связывающие «заданное» будущее с имеющимися реалиями.

Использование ретроспекции оправдано, если проблема является комплексной и затрагивает большинство особенностей развития бизнес-процессов в экономике промышленности региона. Считается, что эвристические методики учитывают креативный потенциал участников, экспертную опытность и способность сгенерировать инновационный путь развития бизнес-процессов в экономике промышленности региона.

Прогнозу предшествуют решения об эффективной комбинации количественных и качественных методов. При построении прогнозов показателей развития бизнес-процессов в экономике промышленности региона фактическая статистика может стать основой предвидения будущего.

Форсайт-прогнозирование задействуются экспертные панели, т.е. периодические опросы группы экспертов. Эксперты осуществляют наблюдения за изменениями ключевых финансово-хозяйственных характеристик и интерпретируют полученный результат на основе использования аналитических и информационных материалов [47; 93].

Регулярность оценивания состояния дел в анализируемой отрасли промышленности даёт преимущества экспертным панелям перед другими методиками систематизации теоретических основ управления развитием бизнес-процессов применительно к экономике промышленности региона.

Классификация и совершенствование методов прогнозирования ограничивает количественное оценивание, качественную аналитику и форсайт. При этом наиболее объективен количественный инструментальный прогнозирования регионально-отраслевого метода кросс-факторного анализа и метода эконометрического моделирования бизнес-процессов в экономике промышленности региона. Дальнейшая адаптация качественных и смешанных методов прогнозирования перспективна с форсайтных позиций, использующих дорожные карты реализации долгосрочных стратегий и ретроспекцию будущих событий неиндустриализации экономики регионов России, включая новые территории.

2.3. Анализ факторов экономического развития стран и территорий мира на основе прикладного моделирования

Географические и связанные с ними институциональные факторы, влияющие на экономическое развитие стран, активно изучаются методами эконометрического анализа. Как для региона, являющегося частью кон-

кретной страны, так и для макрорегиона, объединяющего разные страны, стоит вопрос: что является более важным, географическое расположение страны или природные ресурсы и климатические условия. Именно в таком анализе факторов и пространственно-регрессионном моделировании экономического развития, нуждаются растущие экономики Юго-Восточной Азии – макрорегиона, который включает в себя одиннадцать государств, располагающихся между Китаем, Индией и Австралией.

Целью рассуждений является развитие теоретико-методологических и концептуальных основ, а также обоснование научно-методических положений анализа факторов экономического развития макрорегиона на основе пространственно-регрессионного моделирования. В соответствии с целью, поставлены и решены теоретические, научно-методические и практические задачи. Объектом исследования выступает экономическое развитие макрорегиона. Предмет исследования – теоретические, методические и практические проблемы управления экономическим развитием макрорегиона на основе эконометрического анализа.

Определимся, прежде всего, с терминологией. Под макрорегионами традиционно понимают несколько государств, которые граничат друг с другом и, как правило, близки по расовым, этническим, религиозным и культурным критериям [95].

Определение «макрорегион» нуждается в уточнении. Поэтому предлагается следующая трактовка данного термина, которая обязательно описывается прошлым и настоящим состояниями развития макрорегиона.

Макрорегион – это межстрановая территория со схожими географическими и природными условиями, которая в прошлом имела однотипные хозяйственные, культурные и идеологические признаки развития.

В настоящем времени государства, входящие в макрорегион, имеют либо примыкающие границы, либо сухопутных границ не имеют, но располагаются в относительной близости, и представляют собой географически очерченную социально-экономическую систему со сложившимся хозяйственным комплексом, которая играет роль подсистемы относительно социально-экономической системы более высокого уровня и с более широкой территорией. Макрорегион характеризуется традиционным местом и ролью в системе более высокого уровня, устоявшейся социальной инфраструктурой и качеством жизни, уровнем развития человеческого капитала, доминированием конкретного технологического уклада, собственными параметрами экономической свободы, уровнем развития образования и науки, конкурентоспособностью экономики, долей инновационных предприятий и инновационной продукции, собственными традициями в управлении экономикой, сложившимся инвестиционным климатом.

Страны, входящие в макрорегион, взаимодействуют в рамках региональных межправительственных организаций. Их экономики дополняют друг друга и формируют самодостаточную социально-экономическую систему, способную существовать практически автономно.

Классическим примером макрорегиона является Юго-Восточная Азия (ЮВА). В макрорегион входят полуостров Индокитай и Малайский архипелаг. К ЮВА относятся 11 государств, а именно 6 континентальных – Вьетнам, Камбоджа, Лаос, Мьянма, Таиланд, Малайзия, и 5 островных – Бруней, Сингапур, Филиппины, Индонезия, Восточный Тимор.

Данный макрорегион является подсистемой Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР) – глобального макрорегиона, включающего государства, располагающиеся на побережье и островах Тихого океана. Страны ЮВА взаимодействуют в рамках Ассоциации государств ЮВА (АСЕАН). В АСЕАН входят 10 из 11 стран ЮВА. Восточный Тимор имеет статус государства-наблюдателя.

На территории ЮВА проживает более 600 млн. человек, что составляет около 8% жителей Земли. Среднегодовой прирост населения макрорегиона составляет около 3%. За период 1970-2024 гг. ВВП макрорегиона ЮВА увеличился с 36,8 более чем в шестьсот раз. Среднегодовой рост ВВП в текущих ценах составил 10,4%, а в постоянных ценах 1970 г. – 5,5%. Доля ВВП ЮВА от мирового объёма ВВП выросла с 1,1% до 3,1%. За тот же период ВВП на душу населения макрорегиона в текущих ценах показал среднегодовой прирост в 8,5%.

Под экономическим развитием макрорегиона понимается развитие, которое направлено на совершенствование производственных процессов, переход к новым технологическим укладам, улучшение инфраструктуры жизнеобеспечения, эффективное использование человеческого капитала, материальных и финансовых ресурсов, рост конкурентоспособности данной территории [47; 103].

Наиболее важными направлениями в методологии исследования особенностей экономического развития макрорегиона являются: социально-экономический подход; исторический подход; системный подход. Кроме уникальности каждого макрорегиона, эти подходы должны учитывать, внешние и внутренние факторы. Исследования развития макрорегионов, опирающиеся на эконометрический анализ, как правило, используют ведущие факторы и детерминанты роста экономик территорий.

Теория экономического роста в неоклассическом варианте выделяет в качестве ведущих факторов демографические (прирост населения и её занятости), инвестиционные и инновационные. Приверженцы т.н. неоинституциональной школы считают экономическим ростом постепенный переход к экономике знаний (прирост доли инновационных предприятий и инновационной продукции). Эти учёные полагают, что экономическое развитие связано, прежде всего, с модернизацией имеющихся и возникновением новых институтов в хозяйственном комплексе территориального образования.

Институты принято относить к эндогенным (внутренним) факторам экономического развития, т.к. они формируются внутри социально-экономической системы. Хотя существует точка зрения Р. Барро и Х. Сала-

и-Мартина, согласно которой институты экономического развития являются частично эндогенными детерминантами роста, т.к. формируются под воздействием: правил, сформулированных людьми (эндогенная детерминанта); культуры населения (эндогенная детерминанта); географических условий (экзогенная детерминанта).

Д. Родрик классифицирует детерминанты экономического развития как «непосредственные» и «глубинные». «Непосредственные» детерминанты (производственные факторы – физический и человеческий капитал) оказывают прямое воздействие на экономический рост. «Глубинные» детерминанты объединяют факторы внешней торговли, институтов развития и географического расположения. По мнению Родрика, именно «глубинный» уровень воздействия является решающим для роста экономики, а также определяет дифференциацию развития территорий.

Попытка определения «глубинных» факторов экономического роста дало толчок межстрановым эконометрическим исследованиям и аналитическому страноведению [47; 93].

В последние два десятилетия довольно широкое развитие в научных трудах получили идеи исследовательского направления «новая экономическая география» (НЭГ). Согласно НЭГ, корпорации стремятся к минимизации транспортных затрат и размещают своё производство рядом с крупными рынками сбыта, на которых имеется (или предполагается) большой спрос на их товары и услуги. Поэтому ключевую роль играет т.н. «концепция рыночного потенциала», отражающего силу хозяйственного взаимодействия стран макрорегиона.

Введем следующие обозначения: n – количество стран, входящих в макрорегион, T – количество лет, в течение которых рассматривается экономическая деятельность в макрорегионе. Введём следующие обозначения: i или j ($i, j = \overline{1, n}$) – номер страны; t ($t = \overline{1, T}$) – номер года; $Y_t^{(i)}$ – валовой внутренний продукт (ВВП) текущего года в стране номер i ; $d^{(i, j)}$ – расстояние между столицами страны i и страны j , под которым подразумевают расстояние между странами.

Концепция рыночного потенциала основана на «гравитационной» модели внешней торговли. В рамках модели, товарооборот как интенсивность хозяйственных связей между данным государством и остальными странами макрорегиона прямо коррелирован с ВВП остальных стран (т.н. экономическая «масса») и обратно коррелирован относительно квадрата расстояний до данных стран, определяющих транспортные расходы. Рыночный потенциал $P_t^{(i)}$ страны i в году номер t вычисляется по формуле:

$$P_t^{(i)} = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \frac{Y_t^{(j)}}{\left(d^{(i, j)}\right)^2}, \quad (i = \overline{1, n}).$$

Образно говоря, рыночный потенциал страны характеризует общий спрос остальных стран макрорегиона на товары и услуги, которые производятся в этой стране, с учётом транспортных расходов, связанных с преодолением расстояний.

Теоретические посылы НЭГ обосновывают агломерационные эффекты (экономическая выгода от территориальной концентрации производственных объектов) и пространственные неоднородности экономического развития стран макрорегиона (взаимоотношения центра и периферии). Последнее означает, что экономическое развитие государства тесно связано с его географическим расположением (пространственная кластеризация).

Наличие пространственного кластера роста теоретически обосновывается: рыночным потенциалом и затратами на транспортировку товаров и услуг; агломерационным эффектом; инновационной «диффузией»; процессами миграции квалифицированного персонала.

Концепция рыночного потенциала также предполагает, что страны получают выгоду от растущего спроса в соседних государствах макрорегиона на товары и услуги, которые производятся в этой стране, что, в свою очередь, отражается на росте международной торговли, а в итоге ведёт к экономическому развитию макрорегиона. Можно сказать, что сила описанного взаимодействия растёт при динамичном развитии соседей и при условии географической близости рассматриваемых стран. Другими словами, теснота хозяйственных связей возрастает при уменьшении расстояний, снижающих транспортные расходы [47; 97; 103].

Экономики стран одного макрорегиона являются специфичными и уникальными. Неравномерность их развития обусловлена интернациональными факторами – капиталом и научно-техническим прогрессом (НТП).

Неравномерность экономического развития оценивается путём сопоставлений стран макрорегиона по значениям следующих индикаторов: главные макроэкономические показатели экономики (ВВП в целом и на душу населения) на данный момент и в динамике; производительность труда; развитие отраслей (объём выпускаемой продукции и услуг в целом и на душу населения); роль в мировой торговле (экспортно-импортная составляющая в региональном производстве); инвестиционный климат (совокупность экономических, правовых, социальных и политических условий, обеспечивающих активную инвестиционную деятельность отечественных и зарубежных инвесторов); уровень развития НТП (расходы на НИОКР, количество зарегистрированных патентов, купля-продажа лицензий и др.); уровень жизни населения; конкурентоспособность национальной экономики (способность выйти на мировой рынок с современной продукцией, поддерживать и наращивать свои конкурентные преимущества).

Неравномерность экономического развития ЮВА отражается в том, что наибольший ВВП на душу населения имеет Сингапур, который пре-

восходит в несколько десятков раз беднейшую страну макрорегиона Камбоджу. Пропорции ВВП стран ЮВА указывают на то, что в течение последних 15 лет в макрорегионе лидируют экономики Индонезии (35%), Таиланда (17%), Малайзии (13%) и Сингапура (12%).

Объективными индикаторами неравномерности экономического развития стран одного макрорегиона, кроме перечисленных выше, являются базовые показатели уровня инновационности экономики данного государства, к которым относятся: индекс экономической свободы; уровень развития образования и науки; наличие 4-го, 5-го или 6-го технологических укладов экономики; качество жизни; стоимость и качество человеческого капитала в его широком определении; доля инновационных предприятий и инновационной продукции; замещение физического и природного капиталов капиталом человеческим; конкуренция и спрос на инновации; избыточность инноваций; инициация новых рынков; разнообразие рынков; индустрия знаний и их экспорт.

Индикаторы неравномерности экономического развития стран одного макрорегиона были проанализированы для стран ЮВА. В соответствии с усовершенствованной методикой оценки влияния пространственных факторов на экономическое развитие макрорегиона, предлагается страны ЮВА разделить на 3 группы по уровню экономического развития (рис. 2.5).

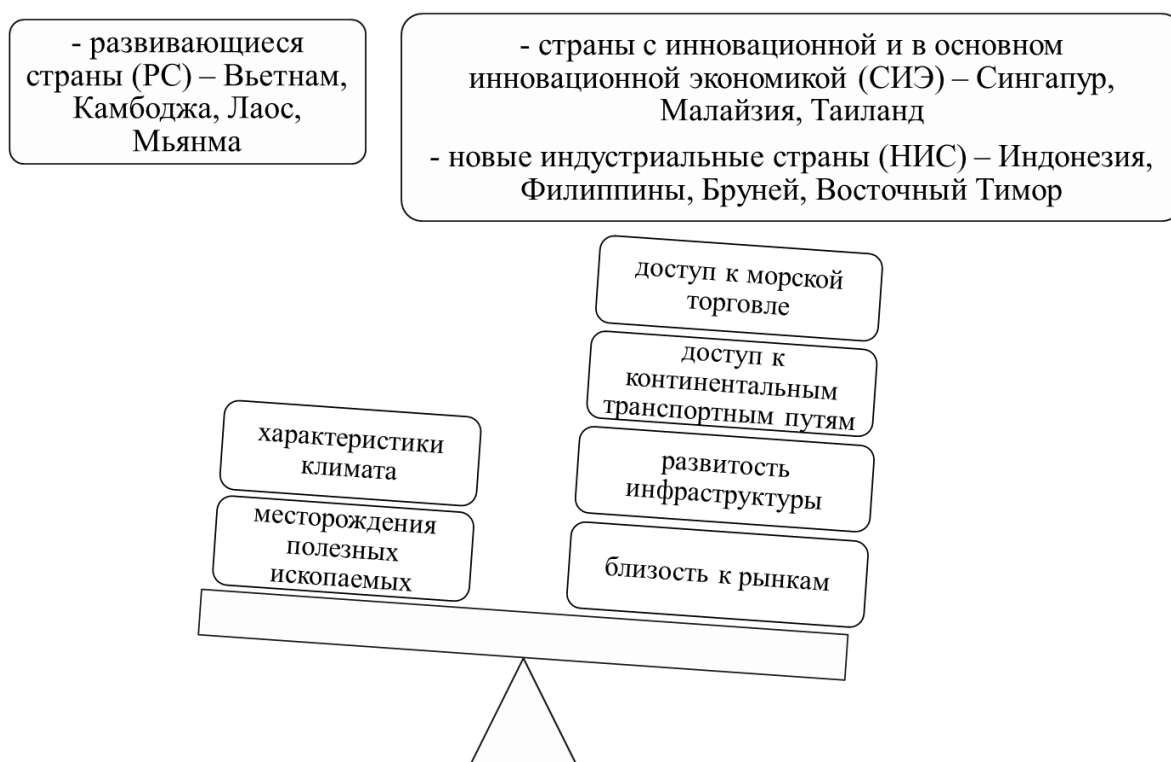


Рис. 2.5 – Схема применения методики оценки влияния пространственных факторов на экономическое развитие макрорегиона ЮВА [38 – 45; 103]

Обосновано, что физико-географические особенности стран макро-региона играют свою роль в их экономическом развитии. Однако эта роль не является определяющей. Как показывает практика, географическое положение стран часто является более важным.

Предложенные теоретико-методологические подходы позволили разработать пространственно-регрессионную модель прогнозирования экономических показателей макрорегиона. Модель апробирована на экономике ЮВА и построена по фактическим данным показателей макрорегиона за период с 1970 по 2024 год [47; 103; 104]:

$$\begin{cases} Y_{t+1}^f = C_{t+1}^f + I_{t+1}^f + M_{t+1}^f; \\ C_{t+1}^f = -3,0824 + 0,7414 \cdot Y_t; \\ I_{t+1}^f = 36,0876 + 1,8449 \cdot (Y_t - Y_{t-1}); \\ M_{t+1}^f = -16,5542 + 0,0921 \cdot Y_t. \end{cases}$$

Здесь Y_t и Y_{t-1} – фактические значения ВВП ЮВА текущего и предыдущего годов. Эконометрические уравнения системы, соответственно, характеризуют: 1) прогноз ВВП ЮВА на будущий год; 2) прогноз объёма потребления; 3) прогноз объёма внутренних инвестиций; 4) прогноз сальдо внешнеторгового баланса.

Все уравнения являются значимыми по критерию Фишера с надёжностью не менее 95%. Числовые параметры моделей значимые по критерию Стьюдента с той же надёжностью.

Итоговое уравнение регрессии 1) позволяет оценить точечный прогноз ВВП на будущий год Y_{t+1}^f по фактическим данным ВВП текущего Y_t и предыдущего годов Y_{t-1} .

Проверено качество точечных прогнозов, т.е. на каждый год с 2025 по 2030 был спрогнозирован объём ВВП. Прогнозные значения сравнивались с фактическими. Среднее значение относительных отклонений не превысило 10%, поэтому качество точечного прогнозирования с помощью модели можно признать удовлетворительным, как минимум в среднесрочной перспективе.

Интервальные прогнозы для среднего значения ВВП макрорегиона ЮВА на период с 2025 по 2030 год накрыли фактические значения ВВП с надёжностью не менее 95%. Следовательно, можно сделать вывод об адекватности пространственно-регрессионной модели прогнозирования экономических показателей макрорегиона ЮВА.

На основе результатов, полученных в данном параграфе, предложены перспективные направления экономического развития макрорегиона ЮВА (табл. 2.6).

Таблица 2.6

Направления экономического развития макрорегиона ЮВА [47; 103]

Мероприятия по ускорению экономического развития	Рекомендации по усилению инновационной составляющей экономического развития	Направления инновационного развития экономики развивающихся стран макрорегиона
<ul style="list-style-type: none"> - интеграция в рамках АСЕАН; - стимулирование экономического развития, социального прогресса и культурного развития макрорегиона; - укрепления мира и безопасности в ЮВА; - устранение торговых барьеров; - привлечение иностранных инвестиций; - формирование единого экономического пространства с единой таможенной зоной; - обособление от экономик США и Евросоюза; - развитие собственного внутреннего рынка макрорегиона; - активизация экономических отношений с Китаем. 	<ul style="list-style-type: none"> - поиск выгодных направлений в международном разделении труда; - привлечение прямых иностранных инвестиций (ПИИ) для приобретения современных технологий, оборудования, и для получения навыков управления и необходимых знаний; - использование естественных преимуществ (трудолюбие и дисциплинированность населения, дешевизна рабочей силы, богатые природные ресурсы, выгодное географическое положение); - формирование научно-технического потенциала; - формирование инновационной инфраструктуры; - формирование национальных инновационных систем; - укрепление сотрудничества в инновационной сфере по линии АСЕАН. 	<ul style="list-style-type: none"> - устранение диспропорций в распределении ПИИ по территориям и отраслям; - доступ к новым технологиям в информационно-коммуникационной отрасли, производстве компьютерного оборудования, энергетической промышленности и автомобилестроении; - развитие кооперации между научно-исследовательскими учреждениями и предприятиями; - формирование кластеров высоких технологий и технопарков; - создание национальных холдингов в высокотехнологичных отраслях; - создание специализированных фондов финансирования технологических проектов; использование механизмов государственно-частного партнёрства в области финансирования инноваций.

Таким образом, получили дальнейшее развитие теоретико-методологические и концептуальные основы, а также научно-методические положения анализа факторов экономического развития макрорегиона на основе пространственно-регрессионного моделирования. Предложенные мероприятия по ускорению экономического развития могут быть использованы органами государственного управления, общественными объединениями и предпринимательскими кругами стран анализируемого макрорегиона. По нашему мнению, перспективным является углубления методологии пространственного эконометрического анализа с

возможностью распространения разработанных методик на экономики других макрорегионов.

Оптимальное функционирование экономики стран и регионов мира зависит от эффективного использования ресурсов, в том числе и инвестиционных, т.е. финансовых активов, привлекаемых для осуществления вложений в объекты инвестирования. В силу ограниченности ресурсов, принять инвестиционное решение бывает не просто. Часто такое решение заключается в выборе одной из возможных альтернатив (возможностей инвестора и условий капиталовложения), что требует взвешенного научно-обоснованного подхода.

Несмотря на внимание к вышеописанной проблематике, отдельные задачи требуют своего решения. Недостаточно разработан экономико-математический инструментарий моделирования пространственного распределения инвестиционных ресурсов по территориям. Специфика конкретных регионов мира не всегда учитывается при управлении их экономикой. Предлагаемые теоретические подходы зачастую являются слишком общими и нуждаются в подтверждении практикой, принимая во внимание пространственные факторы регионального развития.

Рассмотрим возможность построения модели отбора инвестиционных проектов пространственного распределения ресурсов в управлении экономикой региона. Данная модель, по возможности, должна быть лишена недостатков, описанных выше.

Приступая к изложению основных результатов, отметим, что ряд моделей пространственного распределения ресурсов, в том числе инвестиционных, опираются на парадигму т.н. «рыночного потенциала», который способен, в определённой мере, учитывать взаимодействие экономик:

- территорий внутри региона;
- регионов внутри государства;
- стран и территорий мира внутри макрорегиона и т.д.

Упомянутая парадигма обычно рассматривается в рамках концепции т.н. «новой» экономической географии, согласно которой компании, минимизируя транспортные расходы, располагают свои производственные мощности поближе к ёмким рынкам сбыта [47; 98].

Например, для каждого из регионов страны учитываются:

- объём валового регионального продукта (ВРП);
- расстояния между регионами, т.е. между столицами регионов.

Для того чтобы оценить рыночный потенциал региона, суммируются дроби, в числителях которых стоят годовые объёмы ВРП остальных регионов, а в знаменателях – квадраты расстояний от данного региона до каждого из остальных. Такого рода формулы соответствуют моделям внешней торговли т.н. «гравитационного» типа. Рыночные потенциалы регионов обычно рассматривают в динамике за определённое число лет.

Отдавая должное моделям рыночного потенциала территорий, отметим, что они – детерминированные, т.е. не учитывают фактор случайности

(риска) в экономической деятельности. Кроме того, данные модели не позволяют прогнозировать объём возможных инвестиций в экономику региона, не говоря уже об анализе эффективности использования инвестиционных ресурсов.

Предлагается следующая модель пространственного распределения инвестиционных ресурсов в управлении экономикой региона [47; 103]:

$$\begin{cases} I_t = a + b(Y_{t-1} - Y_{t-2}) + \varepsilon_{t-1}; \\ NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^{n-1} \frac{I_t}{(1+r)^t}. \end{cases}$$

Модель записана системой эконометрических уравнений, составляющими которой являются:

t – номер временного периода;

n – количество временных периодов;

Y_t (ден. ед.) – объём ВРП текущего временного периода;

I_t (ден. ед.) – величина валовых внутренних инвестиций;

ε_t – случайное отклонение;

a , b – неизвестные числовые параметры эконометрического уравнения, оцениваемые с помощью метода наименьших квадратов и условно трактуемые, как постоянная составляющая величины валовых внутренних инвестиций и показатель акселерации (ускорения), соответственно;

NPV (ден. ед.) – чистая приведённая стоимость инвестиционного проекта;

CF_t (ден. ед.) – доход от инвестиций по завершению временного периода t ;

r – процентная ставка безрискового вложения, обеспечивающая дисконтирование будущих платежей.

Наличие случайного отклонения ε_t относит модель в разряд стохастических. Для определённости чистая приведённая стоимость инвестиционного проекта NPV записана так, что инвестиции порционно поступают в начале временных периодов, а отдача от них – в конце.

Первое уравнение эконометрической модели позволяет спрогнозировать величину валовых внутренних инвестиций текущего временного периода I_t по объёмам ВРП прошлого и позапрошлого временных периодов, т.е. Y_{t-1} и Y_{t-2} . Следовательно, мы имеем дело с авторегрессионным уравнением 2-го порядка, т.к. лаг (запаздывание) составляет два временных периода.

Заметим, что данное уравнение является стохастической модификацией детерминированной модели Самуэльсона (Samuelson) – Хикса (Hicks). В отличие от упомянутой модели это авторегрессионное уравнение учитывает риски при управлении экономикой региона, т.к., вообще го-

вора, размер инвестиций в каждом периоде носит не детерминированный, а стохастический характер.

Полученные точечные прогнозы по всем временным периодам I_t ($t = 0, \dots, n-1$) подставляются во второе уравнение модели. Зная или предполагая с достаточной достоверностью доходы от инвестиций CF_t ($t = 1, \dots, n$), по каждому из инвестиционных проектов будут оценены их чистые приведённые стоимости NPV . Те проекты, для которых $NPV < 0$ должны быть отвергнуты. Среди остальных инвестиционных проектов государственные органы управления вольны делать выбор, руководствуясь не только максимальными положительными значениями чистой приведённой стоимости, но и другими факторами (экономическая и социальная значимость, стратегические приоритеты, безопасность государства и т.д.).

Модель может обеспечивать распределение инвестиционных ресурсов:

- по регионам в составе страны;
- по административно-территориальным единицам в составе страны.

Сформируем алгоритм отбора инвестиционных проектов пространственного распределения ресурсов в управлении экономикой стран и территорий мира [47; 99].

1. На основании статистических данных региона определяются оценки параметров первого эконометрического уравнения из системы, а также оцениваются его значимость и значимость коэффициента регрессии по соответствующим критериям (F – критерий Фишера и t – критерий Стьюдента).

2. Находятся прогнозные значения ВРП для инвестиционного проекта с лагом в 2 временных периода. При этом возможны два варианта. В случае небольшого значения горизонта проекта n эти значения можно найти по временному тренду. Некоторый недостаток данного метода заключается в том, что начиная с момента $t = 3$ значения разностей $Y_{t-1} - Y_{t-2}$ будут одинаковыми, а именно совпадать с коэффициентом регрессии временного тренда. Чтобы избежать этого, возможно построение прогнозных значений ВРП по многофакторной модели, включающей другие макроэкономические показатели, влияющие на ВРП.

3. Рассчитываются прогнозные значения величин валовых внутренних инвестиций по уравнению, построенному на шаге 1 алгоритма.

4. Используя имеющиеся данные, по второму уравнению модели оценивается чистая приведённая стоимость инвестиционного проекта NPV .

5. Принятие инвестиционных решений:

- при оценивании эффективности одного проекта, если выполняется условие $NPV \geq 0$, то проект признаётся экономически эффективным. При $NPV < 0$, расходы на его реализацию не компенсируются доходами от него, т.е. реализация проекта экономически нецелесообразна;

- в случае рассмотрения нескольких проектов, оцененные значения *NPV* сравнивается не только с нулём, но и друг с другом. Предпочтительным считается проект с максимальным положительным *NPV* ;

- при пространственном распределении инвестиционных ресурсов можно оценить не только целесообразность принятия проекта, но и проанализировать, для какого региона (инвестора, расположенного на определённой территории) осуществление рассматриваемого проекта будет наиболее эффективным.

Рассмотрим применение модели пространственного распределения инвестиционных ресурсов региона, записанной в виде системы регрессионных уравнений. Предложенная модель была апробирована на статистических данных экономик Гонконга и Макао. Эти территориальные образования – специальные административные районы Китайской Народной Республики (КНР) со значительным уровнем автономии [47; 100].

Основной специализацией экономики Гонконга являются финансовые услуги. До 1997 г. (год воссоединения КНР и Гонконга) этот регион мира играл роль финансового посредника между материковым Китаем и другими странами, готовыми инвестировать в китайскую экономику.

Территориальной экономикой управляет Администрация Гонконга, в которой основную роль играет специальный Комитет из 800 представителей гонконгской бизнес-элиты. В течение последнего десятилетия экономика Гонконга нуждалась в значительных объёмах внутренних и иностранных инвестиций. Базовыми направлениями капиталовложений являются:

- финансово-банковский сектор;
- сфера бизнес-услуг;
- сектор экспортно-импортных операций;
- сфера торговли.

Исполнительный совет Макао, управляя экономикой данной территории, заинтересован во вложениях внутренних и привлечении внешних инвестиций в:

- сектор игорного бизнеса;
- сферу туризма;
- текстильную промышленность;
- вылов рыбы и переработку морепродуктов;
- финансово-банковский сектор.

Таким образом, оба рассматриваемых региона являются инвестиционно-привлекательными объектами.

Несмотря на то, что плотность населения Макао более чем в 3 раза превышает тот же показатель по Гонконгу, уровень жизни жителей Макао выше, чем у жителей Гонконга. В Гонконге сильнее ощущается социальное расслоение, хотя оба региона входят в первую двадцатку территорий мира по индексу человеческого развития, который учитывает доходы на душу населения.

Таблица 2.7

Сопоставление экономик Гонконга и Макао [47; 103]

Показатель	Гонконг	Макао
Площадь территории, кв. км	1106,4	30,8
Население, млн. чел.	7,413	0,653
Плотность населения, чел./кв. км	6700	21201
Объём ВРП, млрд. долл.	320,9	45,3
Объём ВРП на душу населения, тыс. долл.	43,3	69,4
Величина валовых внутренних инвестиций, млрд. долл.	69,8	9,8
Величина валовых внутренних инвестиций на душу населения, тыс. долл.	9,4	15,0
Объём потребительских расходов на душу населения, тыс. долл.	29,1	19,5
Государственные расходы на душу населения, тыс. долл.	4,4	7,7
Объём экспорта на душу населения, тыс. долл.	82,3	56,3
Объём импорта на душу населения, тыс. долл.	81,4	25,6

Более низкий уровень цен в Макао позволяет его жителям нести меньшее бремя потребительских расходов. Это даёт возможность населению Макао делать большие сбережения, обгоняя Гонконг по величине среднедушевых валовых внутренних инвестиций. Особенно впечатляют успехи экономики Макао по внешнеторговому сальдо (разность между экспортом и импортом) на душу населения.

Перечисленные факторы свидетельствуют о том, что система управления экономикой Макао является более эффективной, чем у Гонконга. Этот факт подтверждается показателем объёма ВРП на душу населения в динамике.

Анализ инвестиционных проектов, реализуемых в Гонконге и Макао, подтвердил общие тенденции состояния их экономик. Определённое замедление роста наблюдается в экономическом развитии Гонконга. Существенный скачок макроэкономических показателей Макао связан, скорее всего, с либерализацией условий игорного бизнеса на его территории.

Рассмотрим два альтернативных инвестиционных проекта. Первый из них предполагает инвестирование в финансово-банковский сектор экономики Гонконга в течение четырёх лет. Вторым проектом также предполагается четырёхлетние инвестиции в развитие инфраструктуры игорного бизнеса Макао. Процентная ставка безрискового вложения, обеспечивающая дисконтирование будущих платежей, одинакова для обоих проектов. Таким образом, инвестиционные проекты осуществляются в равных финансовых условиях (рис. 2.6).

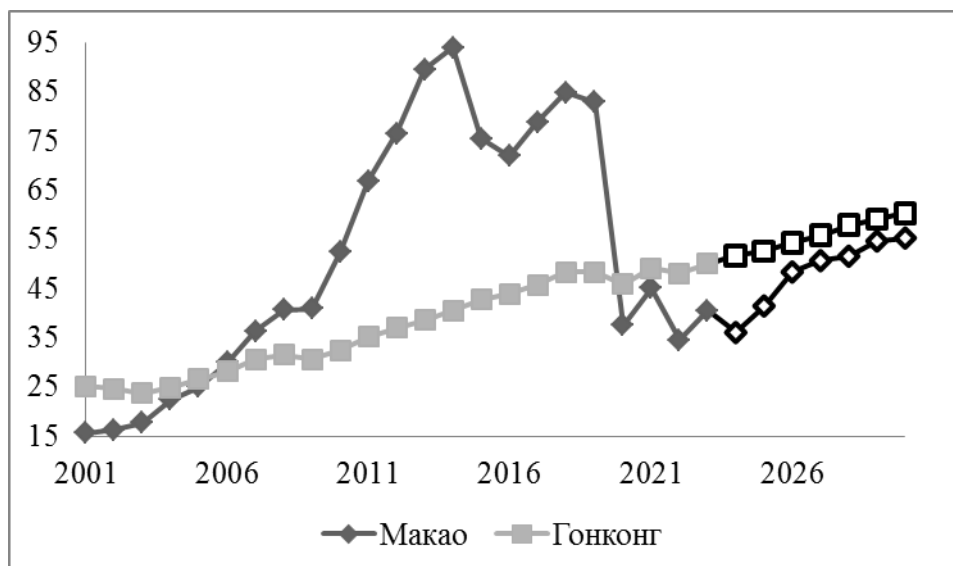


Рис. 2.6 – Объём ВРП на душу населения (с авторским прогнозом) [103]

По статистическим данным было сформировано первое уравнение модели для экономики Гонконга:

$$I_t = 43,42 + 0,73(Y_{t-1} - Y_{t-2}) + \varepsilon_{t-1}.$$

Это эконометрическое уравнение является значимым по критерию Фишера с надёжностью не менее 95%. Значимым по критерию Стьюдента является также коэффициент регрессии $b_G = 0,73$. Чистая приведённая стоимость инвестиционного проекта для экономики Гонконга составила $NPV_G > 0$, что свидетельствует о целесообразности его реализации.

Воспользовавшись статистическими данными также было получено эконометрическое уравнение, характеризующее зависимость размера инвестиций от ВРП Макао:

$$I_t = 1,69 + 0,85(Y_{t-1} - Y_{t-2}) + \varepsilon_{t-1}.$$

Достоверность этого уравнение и коэффициента регрессии $b_M = 0,85$ подтвердилась теми же статистическими критериями. Аналогично для экономики Макао была оценена $NPV_M > 0$, подтверждая эффективность этого инвестиционного проекта.

Рассматривая полученные результаты пространственного распределения инвестиционных ресурсов, сравним NPV_G и NPV_M , получив:

$$NPV_M > NPV_G.$$

Согласно модели оба инвестиционных проекта имеют право на реализацию. Однако если необходимо отобрать один из них, то осуществление инвестиционного проекта на территории Макао принесёт больший

экономический эффект. Адекватность модели подтверждается тем, что показатель акселерации экономических процессов для Макао $b_M = 0,85$ выше значения аналогичной характеристики экономики Гонконга, т.е. $b_G = 0,73$. Кроме того, справедливость теоретических выводов, следующих из оценок модели, подтверждается фактической картиной пространственного распределения инвестиционных ресурсов в анализируемых регионах КНР.

Модель отбора инвестиционных проектов пространственного распределения ресурсов в управлении экономикой региона с особым статусом позволяет с учётом рисков капиталовложения прогнозировать величину валовых внутренних инвестиций и оценивать эффективность инвестиционных проектов на основе чистой приведённой стоимости двусторонних дисконтированных потоков платежей, что способствует разработке приоритетных направлений воздействия на хозяйственный комплекс территориального образования. Модель апробирована на экономических данных двух регионов.

Вопросы и задания

1. Каковы количественные методики менеджмента регионально-отраслевых комплексов?
2. Опишите экономико-математическую модель оптимального производства продукции в стохастической интерпретации.
3. Как применяют экономико-математическую модель оптимизации управления промышленным предприятием?
4. Охарактеризуйте аналитическую методику прогноза объёма выпуска продукции машиностроительного комплекса региона.
5. Как применяют метод динамического программирования в алгоритмах управления машиностроительным производством?
6. Опишите метод динамического программирования процессов технического оснащения промышленного комплекса региона.
7. В чём состоят основные принципы метода межотраслевого баланса (МОБ)?
8. Какой учёный первым предложил модель МОБ? Данные какой страны (отрасли, предприятия) при этом использовались?
9. Составьте концептуальную схему МОБ. Объясните компоненты этой схемы.
10. Какими аналитическими зависимостями описывается принципиальная схема МОБ?
11. Как вычисляют коэффициенты прямых материальных затрат? Что они означают?
12. Сформируйте матрицу коэффициентов прямых материальных затрат, вектор-столбец валового выпуска продукции и вектор-столбец конечного потребления.

13. Запишите экономико-математическую модель МОБ в виде системы уравнений и в матричной форме.

14. Что называют уравнением линейного МОБ?

15. Какие три варианта расчётов можно выполнять с помощью модели МОБ?

16. Как вычисляют и используют коэффициенты полных материальных затрат?

17. Опишите связь между коэффициентами прямых и полных материальных затрат.

18. В чём состоит условие продуктивности матрицы коэффициентов прямых материальных затрат?

19. Исследуйте на продуктивность матрицу:

$$A = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,6 \\ 0,9 & 0,3 \end{pmatrix}.$$

20. Сведения об экономической системе содержатся в матрице коэффициентов прямых материальных затрат и векторе конечной продукции:

$$A = \begin{pmatrix} 0,1 & 0 & 0,6 \\ 0,2 & 0,7 & 0 \\ 0,4 & 0,2 & 0,3 \end{pmatrix}, Y = \begin{pmatrix} 150 \\ 250 \\ 100 \end{pmatrix}.$$

Найти коэффициенты полных материальных затрат и вектор валовой продукции, заполнить схему межотраслевого материального баланса.

21. Национальная экономика условно разбита на четыре сектора: сельское хозяйство, промышленность, строительство и сфера услуг (табл. 2.8).

Таблица 2.8

МОБ национальной экономики в 2024 г. (млн. руб.)

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли				Конечный продукт	Валовой продукт
	1	2	3	4		
1	34567	25377	87	4270	46023	110324
2	20588	335545	34439	85900	246761	723233
3	32	767	785	2054	63018	66656
4	12722	154639	7673	114956	188351	478341
Условно чистая продукция	42415	206905	23672	271161	544153	
Валовой продукт	110324	723233	66656	478341		1378554

Предполагается, что технологии производства остаются неизменными, как минимум в течение года.

Необходимо определить:

- 1) матрицу коэффициентов прямых затрат A
- 2) матрицу коэффициентов полных затрат B ;
- 3) проверить продуктивность матрицы A ;
- 4) матрицы коэффициентов косвенных затрат первого $A^{(1)}$ второго $A^{(2)}$ и третьего $A^{(3)}$ порядков, сравнить сумму $E + A + A^{(1)} + A^{(2)} + A^{(3)}$ с полными затратами B ;

5) изменение вектора конечного потребления Y_{2015} по сравнению с Y_{2014} для вектора валового выпуска $X_{2015} = (115000, 895000, 95000, 600500)$;

6) приросты валовых объемов выпуска, если конечное потребление должно измениться на $\Delta Y\% = (-5; 15; 7; 12)$ по сравнению с Y_{2014} .

22. Охарактеризуйте межпродуктовые балансы в задачах маркетинга.

23. Как составляется матрица коэффициентов запасоемкости?

24. Как вычисляют коэффициенты распределения продукции?

25. Изложите суть модели прямого счёта.

26. Дайте определение макрорегиона.

27. В чём заключается экономическая характеристика макрорегиона Юго-Восточная Азия (ЮВА)?

28. Каковы ведущие факторы, используемые при исследовании развития макрорегионов, на основе эконометрического анализа?

29. В чём состоят детерминанты экономического развития территории?

30. Охарактеризуйте идею и суть новой экономической географии (НЭГ).

31. Опишите концепцию рыночного потенциала.

32. Какова схема применения методики оценки влияния пространственных факторов на экономическое развитие макрорегиона?

33. Опишите пространственно-регрессионную модель прогнозирования экономических показателей макрорегиона.

34. Каковы перспективные направления экономического развития макрорегиона ЮВА?

35. Что включает модель пространственного распределения инвестиционных ресурсов в управлении экономикой региона?

36. В чём состоит алгоритм отбора инвестиционных проектов пространственного распределения ресурсов в управлении экономикой стран и территорий мира?

37. Чем характерна апробация модели пространственного распределения инвестиционных ресурсов на примере Гонконга и Макао?

Глава 3

НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДОВ И МОДЕЛЕЙ ПРИКЛАДНОЙ ЭКОНОМИКИ В ПРАКТИКЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

3.1. Матричная оптимизация и прикладные теоретико-игровые модели экономики предприятия

Раздел математики, в рамках которого разрабатываются методы принятия решений в стохастических условиях неопределённости и конфликтности сторон называется теорией игр.

Игра – это модель конфликтной ситуации, имеющая определённые правила действий её участников, которые стараются победить путём выбора оптимальной стратегии поведения. Субъект принятия решения называется игроком, а целевая функция – платёжной функцией.

Первый игрок может выбрать одну из стратегий поведения i ($i = \overline{1, m}$), второй игрок – одну из своих стратегий j ($j = \overline{1, n}$). У игроков нет информации о том, как поведёт себя противоположная сторона. Они могут только предполагать.

Оба игрока знают значение выигрыша a_{ij} при выборе первым стратегии i , а вторым – стратегии j . Платёжная матрица имеет вид:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}.$$

Выигрыш первого игрока является проигрышем для второго:

$$a_{ij}^+ + a_{ij}^- = 0, \quad (i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}).$$

Рассматривая матричную игру двух лиц с нулевой суммой, заметим, что достаточно рассматривать игру с точки зрения одного из игроков (например, первого).

Оптимальной стратегией игрока называют стратегию, обеспечивающую игроку при многократном повторении игры максимально возможный средний выигрыш V , который называют ценой игры. Решить игру – означает найти оптимальную стратегию для каждого игрока и цену игры. Это будет решение в чистых стратегиях.

Первый игрок, не зная, как поведёт себя второй, для каждой своей стратегии i определяет минимальный (т.е. гарантированный) выигрыш

$\alpha_i = \min_j a_{ij}$. Справа от платёжной матрицы записывают минимумы по строкам:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} \begin{matrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \dots \\ \alpha_m \end{matrix}.$$

Определим среди чисел α_i максимальный элемент:

$$\max_i \alpha_i = \max_i \min_j a_{ij} = \alpha.$$

Числовая характеристика α называется нижней чистой ценой игры или максимином. Номер строки i_0 , в которой находится α , определит номер предпочтительной стратегии первого игрока.

Для каждой стратегии j второго игрока выбирают максимальные элементы $\beta_j = \max_i a_{ij}$. Под платёжной матрицей записывают максимумы по столбцам:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} \begin{matrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \dots \\ \alpha_m \end{matrix} \\ \beta_1 \quad \beta_2 \quad \dots \quad \beta_n$$

Выберем среди чисел β_j минимальный элемент:

$$\min_j \beta_j = \min_j \max_i a_{ij} = \beta.$$

Числовая характеристика β называется верхней чистой ценой игры или минимаксом. Номер столбца j_0 , в котором находится β , определит номер предпочтительной стратегии второго игрока.

Теорема 3.1 (о максимине и минимаксе). Для любой матричной игры двух лиц с нулевой суммой и ценой игры V имеет место неравенство:

$$\alpha \leq V \leq \beta.$$

Если же в игре с матрицей A нижняя и верхняя чистые цены игры совпадают, то игра имеет седловую точку в чистых стратегиях и чистую цену игры V^* :

$$V^* = \alpha = \beta.$$

Формулировка теоремы 3.1 гласит, что седловая точка определяет пару чистых оптимальных стратегий (i_0, j_0) первого и второго игроков, соответственно.

Седловый элемент $a_{i_0 j_0}$ является минимальным в i_0 -й строке и максимальным в j_0 -м столбце. Игра решена полностью, если в матрице A имеется седловая точка.

Однако далеко не все платёжные матрицы имеют седловые точки. Следовательно, не каждая матричная игра имеет оптимальные чистые стратегии.

Если верхняя и нижняя чистая цена игры α и β не совпадают, то седловой точки нет, чистые оптимальные стратегии для игроков не существуют и чистую цену игры V^* определить невозможно. В этом случае решение матричной игры ищут в смешанных стратегиях

Тогда применяют не чистые, а смешанные стратегии. Т. е. находя вероятности, с которыми каждый из игроков выбирает ту или иную свою стратегию. Вектор вероятностей X для первого игрока:

$$X = (x_1; x_2; \dots; x_m), \\ x_1 + x_2 + \dots + x_m = 1.$$

Для второго игрока:

$$Y = (y_1; y_2; \dots; y_n), \\ y_1 + y_2 + \dots + y_n = 1.$$

Векторы X и Y называются смешанными стратегиями первого и второго игроков, соответственно. Координаты этих векторов (вероятности) определяют на основе статистических данных, т.е. эмпирическим путём. Поэтому данный раздел математики называют теорией игр и статистических решений.

Теорема 3.2 (основная теорема матричных игр фон Неймана). Любая матричная игра двух лиц с нулевой суммой имеет решение в виде смешанных стратегий.

Для нахождения оптимальных смешанных стратегий X и Y , а также неизвестной цены игры V , используют следующую теорему.

Теорема 3.3 (о свойствах оптимальных смешанных стратегий). Задана игра с известной платёжной матрицей A и неизвестной ценой V . Для

того чтобы вектор $X = (x_1; x_2; \dots; x_m)$ был оптимальной смешанной стратегией первого игрока, необходимо и достаточно выполнение условий:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + \dots + x_m = 1, \\ a_{11}x_1 + a_{21}x_2 + \dots + a_{m1}x_m \geq V, \\ a_{12}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{m2}x_m \geq V, \\ \dots\dots\dots \\ a_{1n}x_1 + a_{2n}x_2 + \dots + a_{mn}x_m \geq V, \\ x_i \geq 0 \quad (i = \overline{1, m}). \end{cases}$$

Аналогично, для того чтобы вектор $Y = (y_1; y_2; \dots; y_n)$ был оптимальной смешанной стратегией второго игрока, необходимо и достаточно выполнение условий:

$$\begin{cases} y_1 + y_2 + \dots + y_n = 1, \\ a_{11}y_1 + a_{12}y_2 + \dots + a_{1n}y_n \leq V, \\ a_{21}y_1 + a_{22}y_2 + \dots + a_{2n}y_n \leq V, \\ \dots\dots\dots \\ a_{m1}y_1 + a_{m2}y_2 + \dots + a_{mn}y_n \leq V, \\ y_j \geq 0 \quad (j = \overline{1, n}). \end{cases}$$

Исследуем спектр применения теоремы 3.3 при условии, что все элементы платёжной матрицы A положительные. Тогда $V > 0$ и на это число можно разделить левые и правые части условий задачи:

$$\begin{cases} \frac{x_1}{V} + \frac{x_2}{V} + \dots + \frac{x_m}{V} = \frac{1}{V}, \\ a_{11} \cdot \frac{x_1}{V} + a_{21} \cdot \frac{x_2}{V} + \dots + a_{m1} \cdot \frac{x_m}{V} \geq 1, \\ a_{12} \cdot \frac{x_1}{V} + a_{22} \cdot \frac{x_2}{V} + \dots + a_{m2} \cdot \frac{x_m}{V} \geq 1, \\ \dots\dots\dots \\ a_{1n} \cdot \frac{x_1}{V} + a_{2n} \cdot \frac{x_2}{V} + \dots + a_{mn} \cdot \frac{x_m}{V} \geq 1, \\ \frac{x_i}{V} \geq 0 \quad (i = \overline{1, m}). \end{cases}$$

Вводим замену переменных:

В этом случае элементы i -й строки больше либо равны элементам k -й строки. Тогда говорят, что стратегия i превосходит или доминирует стратегию k . Т.к. первый игрок заинтересован в увеличении своего выигрыша, то его доминирующая стратегия i предпочтительнее стратегии k .

Предположим теперь, что для j -й и r -й стратегий второго игрока выполняются соотношения

$$a_{ij} \geq a_{ir} \quad (i = \overline{1, m}),$$

причём хотя бы одно из них является строгим неравенством.

В данной ситуации элементы j -го столбца больше либо равны элементам r -го столбца. Значит у второго игрока стратегия j доминирует стратегию r . Т.к. второй игрок заинтересован в уменьшении выигрыша первого игрока, то его r -я стратегия предпочтительнее j -й стратегии.

Наличие доминирующих стратегий позволяют снизить размерность матрицы игры A и, тем самым, уменьшить объём вычислений при нахождении смешанных стратегий.

Для упрощения платежной матрицы можно также использовать следующую теорему.

Теорема 3.4. Пусть задана игра двух лиц с матрицей $A = (a_{ij})$ и ценой игры V_A . Тогда другая игра с матрицей

$$B = (b_{ij}) = (c \cdot a_{ij} + d), \quad c > 0,$$

будет иметь оптимальные смешанные стратегии игроков такие же, как и для игры с матрицей $A = (a_{ij})$.

Причём цена игры V_B связана с ценой игры V_A соотношением:

$$V_B = c \cdot V_A + d.$$

Пользуясь данной теоремой можно упрощать элементы исходной матрицы A для облегчения вычислений.

Рассмотрим как методы теории игр можно применять при моделировании территориального распределения ресурсов в системе управления экономикой региона. При исследовании функционирования экономической системы нередко возникают ситуации, в которых сталкиваются противоположные интересы нескольких конкурирующих сторон (игроков), преследующих противоположные цели. Такие ситуации называются конфликтными. Для их решения, в частности можно применять матричные игры с ненулевой суммой. В отношении вопроса распределения ресурсов конфликт возникает между производством и складом. Он заключается в том, что производство заинтересовано в как можно большем количестве

ресурса, необходимого для бесперебойной работы и в возможности его мгновенной доставки в случае срочной необходимости. Склад же наоборот, стремится к максимальному его сокращению. Данная ситуация соответствует всем признакам конфликтной.

Во-первых, наличие заинтересованных сторон (склад и производство). Во-вторых, существование возможных вариантов действий каждой из сторон (склад определяет размер запаса, которое будет там храниться, а производство – объем ресурса, который ему требуется для производства). В-третьих, имеющиеся интересы сторон (удовлетворение различных экономических потребностей).

Главной задачей решения матричной игры выступает получение игроками четких инструкций по их действиям согласно оптимальным стратегиям. Оптимальной стратегией будем полагать таковую, при которой многократное возобновление игры гарантированно обеспечивает игрока максимально возможным средним выигрышем либо минимально возможным средним поражением. В случае конфликта склад – производство это означает, что при многократно повторяющихся поставках производство максимально выигрывает, а склад минимально потратит. При этом стратегия, являющаяся оптимальной по одному показателю, может не быть оптимальной по второму. Применении теории игр к принятию решения в реальных конфликтных ситуациях, приводит к выбору теоретически оптимальной и в большинстве случаев удовлетворительной.

Игры с ненулевой суммой – это игры, в которых выигрыш можно распределить между разными игроками. Но один из игроков игрок получает больше остальных. И даже при потере выигрыша для игрока игра для него не закончится. С помощью такой игры с ненулевой суммой можно смоделировать и отношения между структурными подразделениями предприятия по вопросу решения о размере партии поставки. В результате применения своих стратегий в конечном итоге и склад, и производство окажутся в выигрыше.

В то же время игры с ненулевой суммой решаются сложнее, т.к. содержат все элементы решения игры с нулевой суммой, и ещё дополнительные трудности, обусловленные возможностью получения дополнительного выигрыша. Такую игру можно свести к игре с нулевой суммой, но это увеличит количество игроков, что тоже не особо упрощает решение.

Рассмотрим еще один вариант сведения матричной игры с ненулевой суммой к матричной игре с нулевой суммой в случае конфликта склада и производства.

Постановка матричной игры с нулевой суммой следующая. У каждого из игроков есть несколько вариантов действий (стратегий). У первого игрока i стратегий ($i = \overline{1, m}$), у второго – j , $j = \overline{1, n}$. При этом, если первый игрок выбрал i -ю стратегию, а второй j -ю, то в результате первый игрок получает выигрыш в размере a_{ij} , а второй соответственно теряет эту же сумму. Такую игру пописывает платежная матрица:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{21} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}.$$

Для конфликта склад-производство стратегиями игроков будут выступать различные варианты размера партии поставки:

$$i = j = \{P_0; P_1; P_2; \dots; P_n\}.$$

Будем считать, что данные поставки являются дискретными. Введём следующие обозначения: P – требуемый размер запаса на весь планируемый период, C_1 – затраты на хранение единицы продукции в единицу времени, C_2 – затраты на поставку одной партии продукции, k_i – размер партии поставки ($i = \overline{0, n}$). Тогда платеж a_{ij} можно определить как суммарные затраты при заданных требованиях:

$$a_{ij} = - \left(C_1 \cdot \frac{k_j}{2} + C_2 \right).$$

Первое слагаемое в скобках – это затраты склада на хранение. Они пропорциональны среднему размеру запаса, т.е. $\frac{k_j}{2}$, умноженному на стоимость хранения единицы запаса, а второе это затраты на поставку.

В данной платежной матрице все элементы будут отрицательными, поскольку это платежи, т.е. в любом случае затраты, часть из которых несёт склад, а вторую часть – производство. Тогда платёжная матрица такой игры уже с нулевой суммой будет иметь вид табл. 3.1.

Таблица 3.1

Матрица игры для определения оптимального размера партии поставки

Склад Производство	k_0	k_1	k_2	...	k_n
k_0	a_{00}	a_{01}	a_{02}	...	a_{0n}
k_1	a_{10}	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}
k_2	a_{20}	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}
...
k_n	a_{n0}	a_{n1}	a_{n2}	...	a_{nn}

Если игра имеет седловую точку, т. е. верхняя и нижняя цена игры совпадают, то определён оптимальный размер партии на весь период:

$$k_{opt} = k_i = k_j.$$

Если же седловой точки нет, то игра решается в смешанных стратегиях, т.е. находятся вероятности всех стратегий для каждого из игроков. В частности, это можно сделать, сводя её к паре двойственных задач.

Однако в любом случае предприятию необходимо определять оптимальный размер партии поставки единственным образом. Целесообразным видится выбор стратегии производства и стратегии склада, имеющим наибольшую вероятность. После чего сделать выбор между ними. В этом случае возможны два варианта:

$$k_{opt} = k_i \text{ или } k_{opt} = k_j.$$

При таком выборе решение определяется спецификой и приоритетами конкретного предприятия.

Таким образом, используя методы и модели теории игр может быть усовершенствован экономико-математический инструментарий оптимизации процессов управления регионально-отраслевым развитием.

3.2. Развитие прикладных методов оценивания эффективности управления прибылью субъектов хозяйственной деятельности

Осуществление научных исследований, проектирование и строительство промышленных, сельскохозяйственных и транспортных объектов требуют календарной увязки большого числа взаимосвязанных работ, выполняемых различными организациями. Составление и анализ соответствующих календарных планов представляют собой сложную задачу, при решении которой применяются **методы сетевого планирования и управления**. Эти методы дают возможность определить, какие работы или операции, входящие в проект, являются «критическими» по своему влиянию на общую календарную продолжительность проекта, и как построить наилучший календарный план выполнения проекта и выдержать заданные сроки при минимальных затратах [47].

В свою очередь, **модель сетевого планирования и управления** (далее МСПУ) – это экономико-математическая модель, отражающая весь комплекс работ и событий, связанных с реализацией проекта в их логической и технологической последовательности и связи. Такие модели предназначены для планирования и управления сложными комплексами работ (проектами), направленными на достижение определённой цели в заданные сроки. Методами моделирования здесь являются СРМ (Critical Path Method – метод критического пути) и PERT (Program Evaluation and Review

Technique – метод анализа и оценки программ).

Прикладной метод критического пути был разработан в 1957 г. американскими исследователями Дж. Келли (компания «Ремингтон Ренд») и М. Уолкером (компания «Дюпон»). СРМ был впервые использован компанией «Дюпон» для совершенствования плана строительства нового химического завода и ремонта уже существующих заводов.

Начальным шагом для применения метода критического пути является описание проекта в виде перечня выполняемых работ с указанием их взаимосвязи. Для описания проекта используются два основных способа: табличный и графический [46; 47].

Сформируем табл. 3.2, описывающую условный проект. Для реализации проекта следует выполнить четыре вида работ: A , B , C и D . У работ A и B нет предшествующих. Работа C может быть начата только после того, как завершится работа B . Работа D может быть начата только после завершения работ A и C . В третьем столбце табл. 5.1 для каждой работы указано время её выполнения.

Таблица 3.2

Условный проект

Работа	Предшествующие работы	Время выполнения
A	–	t_A
B	–	t_B
C	B	t_C
D	A, C	t_D

По табл. 3.2 построим рис. 3.1. Такие объекты в математике называют графом. В самом простом определении, **граф** – это непустое конечное множество вершин, некоторые из которых соединены ребрами (дугами).

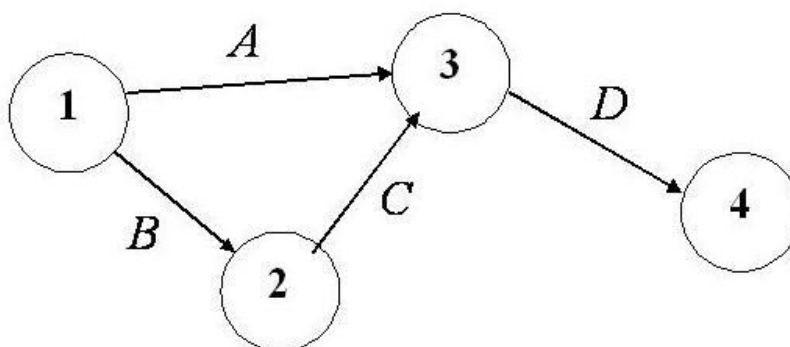


Рис. 3.1 – Визуальная интерпретация проекта

Граф на рис. 3.1 имеет вершины 1, 2, 3, 4 и дуги A , B , C и D . Каждая вершина отображает событие. Событие 1 означает начало выполнения проекта. Событие 4 означает завершение проекта. Любая работа – это упорядоченная пара двух событий. Например, работа A есть упорядоченная

пара событий (1,3), работа D – упорядоченная пара событий (3,4). Событие проекта состоит в том, что завершены все работы, «входящие» в соответствующую вершину. Например, событие 3 состоит в том, что завершены работы A и C . В нашем понимании **путь** – это последовательность взаимосвязанных работ, ведущая из одной вершины проекта в другую вершину. Например, $\{A,D\}$ и $\{B,C,D\}$ – два различных пути, ведущие из вершины 1 в вершину 4 (см. рис. 3.1). **Длина пути** – это суммарная продолжительность выполнения всех работ пути. **Критический путь** – это путь, суммарная продолжительность выполнения всех работ которого является наибольшей [47; 48 – 50].

На работы, принадлежащие критическому пути, следует обращать особое внимание. Если такая работа будет отложена на некоторое время, то и срок окончания проекта будет отложен на то же время. Если необходимо сократить время выполнения проекта, то в первую очередь нужно сократить время выполнения хотя бы одной работы на критическом пути.

Введём обозначения: i и j – вершины (события) проекта; (i, j) – работа проекта; S – событие «начало проекта» (start); F – событие «окончание проекта» (finish); T – длина критического пути; $t_{(i,j)}$ – время выполнения работы (i, j) ; $ES_{(i,j)}$ – наиболее раннее время начала работы (i, j) (earliest start); $EF_{(i,j)}$ – наиболее раннее время окончания работы (earliest finish); $LS_{(i,j)}$ – наиболее позднее время начала работы (lastest start); $LF_{(i,j)}$ – наиболее позднее время окончания работы (lastest finish); E_i – наиболее раннее время наступления события i ; L_i – наиболее позднее время наступления события i ; $R_{(i,j)}$ – полный резерв времени на выполнение работы (i, j) (время, на которое может быть отложена работа (i, j) без увеличения продолжительности выполнения всего проекта); $r_{(i,j)}$ – свободный резерв времени на выполнение работы (i, j) (время, на которое может быть отложена работа (i, j) без увеличения наиболее раннего времени E_i наступления последующего события j).

Отметим, что для любого j выполняется $ES_{(s,j)} = E_j$ и для любого i : $LF_{(i,j)} = L_j$. Использование СРМ предполагает для каждой работы (i, j) определить наиболее раннее время начала и окончания работы (т.е. $ES_{(i,j)}$ и $EF_{(i,j)}$), и наиболее позднее время начала и окончания работы (т.е. $LS_{(i,j)}$ и $LF_{(i,j)}$). СРМ задают следующими соотношениями. Для любой работы, выходящей из стартовой вершины проекта верно [47]:

$$ES_{(s,j)} = 0.$$

В силу сказанного, наиболее раннее время окончания любой работы

– это сумма наиболее раннего времени начала этой работы (времени наступления предшествующего события i) и времени на её выполнение:

$$EF_{(i,j)} = ES_{(i,j)} + t_{(i,j)} = E_i + t_{(i,j)}.$$

В свою очередь, наиболее раннее время начала произвольной работы (q, j) равно наибольшему из значений наиболее раннего времени окончания непосредственно предшествующих ей работ:

$$ES_{(q,j)} = \max_i EF_{(i,q)} = E_q.$$

Заметим, что длина критического пути равна наиболее раннему времени завершения проекта:

$$T = \max_i EF_{(i,f)} = E_f.$$

Наиболее позднее время окончания любой работы, завершающей проект, равно длине критического пути [47; 50 – 55]:

$$LF_{(i,f)} = T.$$

В свою очередь, наиболее позднее время начала любой работы – это разность между наиболее поздним временем окончания этой работы (временем наступления последующего события) и временем на её выполнение:

$$LS_{(i,j)} = LF_{(i,j)} - t_{(i,j)} = L_j - t_{(i,j)}.$$

При этом, наиболее позднее время окончания произвольной работы (i, q) равно наименьшему из значений наиболее позднего времени начала непосредственно следующих за ней работ:

$$LF_{(i,q)} = \min_j LS_{(q,j)} = L_q.$$

Полный резерв времени на выполнение любой работы равен разности между наиболее поздним и наиболее ранним временем её начала или разности между наиболее поздним и наиболее ранним временем её окончания:

$$R_{(i,j)} = LS_{(i,j)} - ES_{(i,j)} = LF_{(i,j)} - EF_{(i,j)} = L_j - t_{(i,j)} - L_i.$$

Свободный резерв времени на выполнение любой работы равен раз-

ности между наиболее поздним временем наступления последующего события и наиболее ранним временем окончания этой работы [47]:

$$r_{(i,j)} = L_j - ES_{(i,j)} - t_{(i,j)} = L_j - EF_{(i,j)} = L_j - E_i - t_{(i,j)}.$$

Утверждение 3.1. Длина критического пути равна T .

Утверждение 3.2. Если полный резерв $R_{(i,j)} = 0$, то работа (i, j) лежит на критическом пути. Если же $R_{(i,j)} > 0$, то данная работа не лежит на критическом пути.

Утверждение 3.3. Если время начала работы (i, j) , не лежащей на критическом пути, отложить на срок меньший, чем свободный резерв $r_{(i,j)}$, то наиболее раннее время наступления последующего события не изменится.

Утверждение 3.4. Если время начала работы (i, j) , не лежащей на критическом пути, отложить на срок меньший, чем полный резерв $R_{(i,j)}$, то время, необходимое на выполнение всего проекта, не увеличится.

Пример 3.1 (метод критического пути). Планируется реконструкция холла гостиницы.. Работы, которые необходимо выполнить при реализации проекта, их взаимосвязь и время выполнения указаны в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Реконструкция холла с последующей сдачей в аренду [47]

Работа	Содержание работы	Предшествующие работы	Время выполнения, недели
<i>A</i>	Выявить потребности потенциальных арендаторов	–	4
<i>B</i>	Разработать архитектурный проект	<i>A</i>	5
<i>C</i>	Подготовить и напечатать рекламный проспект	<i>B</i>	3
<i>D</i>	Найти подрядчика	<i>B</i>	2
<i>E</i>	Подготовить документы для получения разрешения на реконструкцию	<i>B</i>	3
<i>F</i>	Получить разрешение на реконструкцию	<i>E</i>	2
<i>G</i>	Выполнить реконструкцию	<i>D, F</i>	12
<i>H</i>	Заключить долгосрочные контракты с арендаторами	<i>A, C</i>	8
<i>I</i>	Вселить арендаторов	<i>G, H</i>	2

Необходимо с помощью метода критического пути разработать оптимальный календарный план проекта.

Решение. Применим программную математическую систему «WinQSB». Воспользуемся модулем этой системы «PERT/CPM», загрузив файл PERT-CPM.EXE.

В опции «File» нужно выбрать команду «New Problem». Спецификацию задачи (рис. 3.2) формулируем следующим образом: название задачи – «Primer 5.1»; количество работ 9; единица времени – «week» (неделя); тип задачи – «Deterministic CPM» (детерминистический, т.е. неслучайный, метод критического пути); формат ввода данных – «Spreadsheet» (табличная форма); выбор полей ввода данных – «Normal Time» (нормальное время).

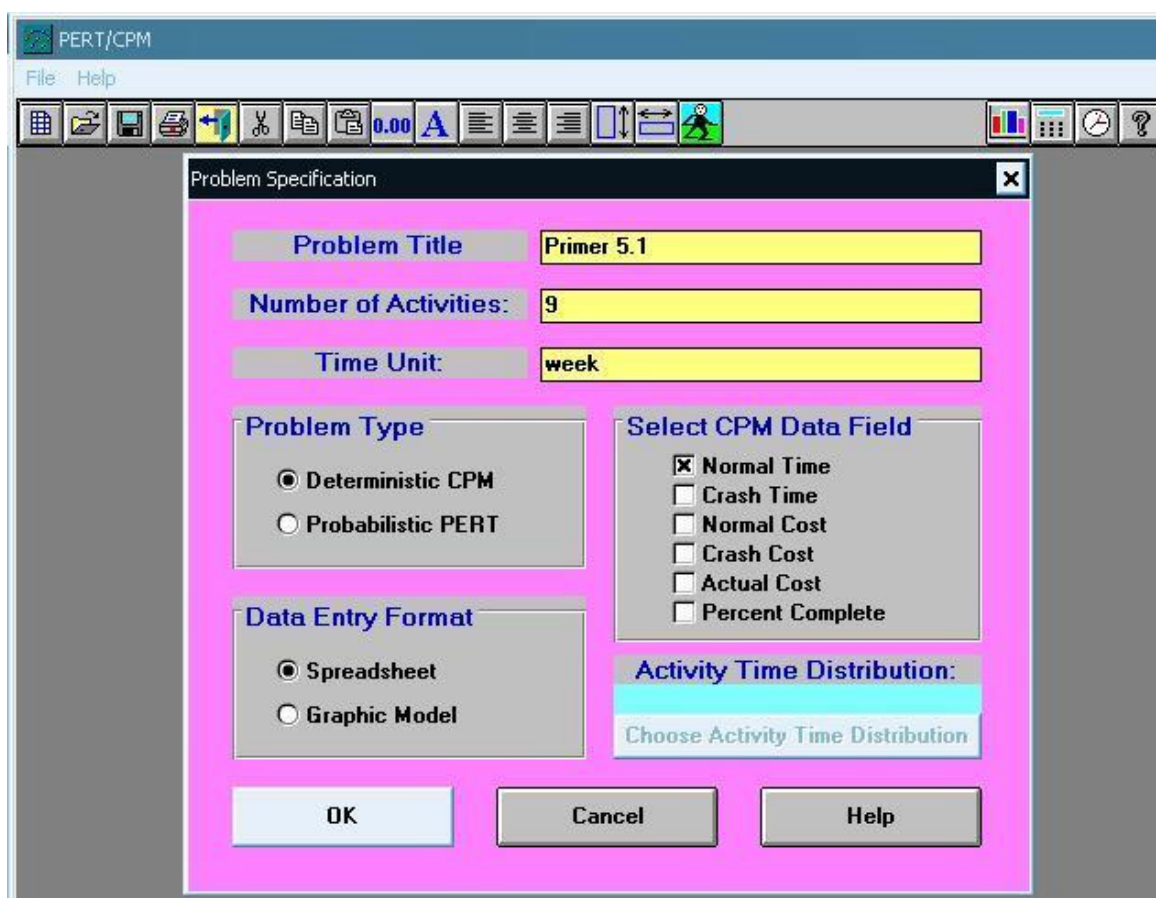


Рис. 3.2 – Постановка задачи на метод критического пути [47]

Нажав кнопку «OK», вводим данные из табл. 3.3 (рис. 3.3). Наименования работ (Activity Name) программа выставляет автоматически, присваивая им буквы английского алфавита. Остальные поля – предшествующие работы и время выполнения – заполняются с клавиатуры [47].

Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/name, separated by ',')	Normal Time
1	A		4
2	B	A	5
3	C	B	3
4	D	B	2
5	E	B	3
6	F	E	2
7	G	D,F	12
8	H	A,C	8
9	I	G,H	2

Рис. 3.3 – Исходные данные прикладной задачи [47]

Введём данные задачи и заходим в раздел меню «Solve and Analyze». Выбираем команду «Solve Critical Path» и получаем следующий ответ (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Анализ прикладной задачи [47]

Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
A	Yes	4	0	4	0	4	0
B	Yes	5	4	9	4	9	0
C	no	3	9	12	15	18	6
D	no	2	9	11	12	14	3
E	Yes	3	9	12	9	12	0
F	Yes	2	12	14	12	14	0
G	Yes	12	14	26	14	26	0
H	no	8	12	20	18	26	6
I	Yes	2	26	28	26	28	0
Project Completion Time			=	28	weeks		
Number of Critical Path(s)			=	1			

По полученным расчётам, на критическом пути находится 6 работ (из 9): A, B, E, F, G, I. Общая длина критического пути составляет 28 недель.

Число критических путей – один. Работы, лежащие на критическом пути, не должны откладываться на более позднее время и должны выполняться точно в срок [47].

В противном же случае общее время выполнения проекта увеличится и превысит 28 недель.

Заметим, что работы C, D, H не лежат на критическом пути, поэтому начало их выполнения можно отложить и это не повлияет на срок выпол-

нения проекта.

К примеру, работа С – «Подготовить и напечатать рекламный проспект» имеет полный резерв времени в 6 недель. Её наиболее раннее начало – 9-я неделя, наиболее позднее начало – 15-я неделя.

Пункт меню «Results» (рис. 3.4) позволяет по-разному взглянуть на результаты решения.

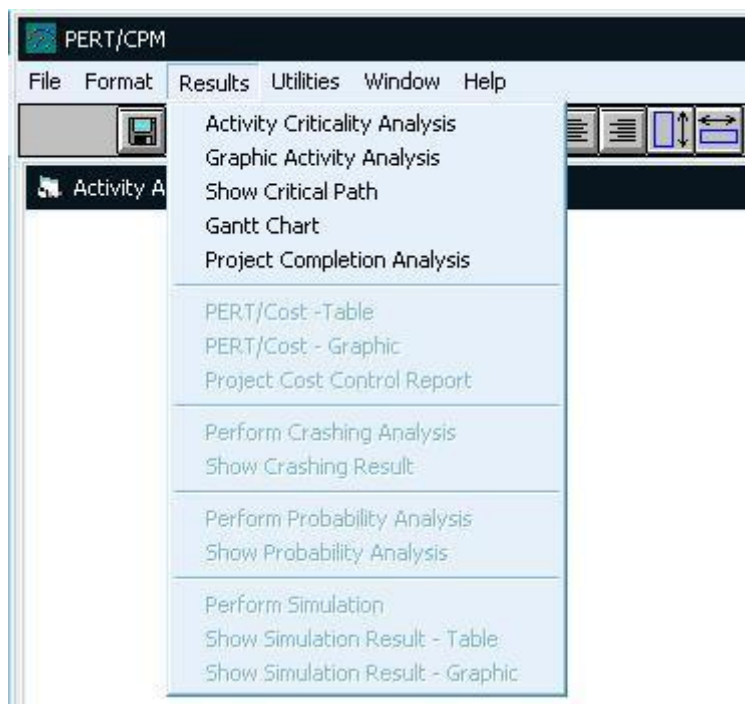


Рис. 3.4 – Перечень меню результатов решения [47]

Опция «Activity Criticality Analysis» выводит табл. 3.4. Команда «Graphic Activity Analysis» представляет информацию в виде рис. 3.5.

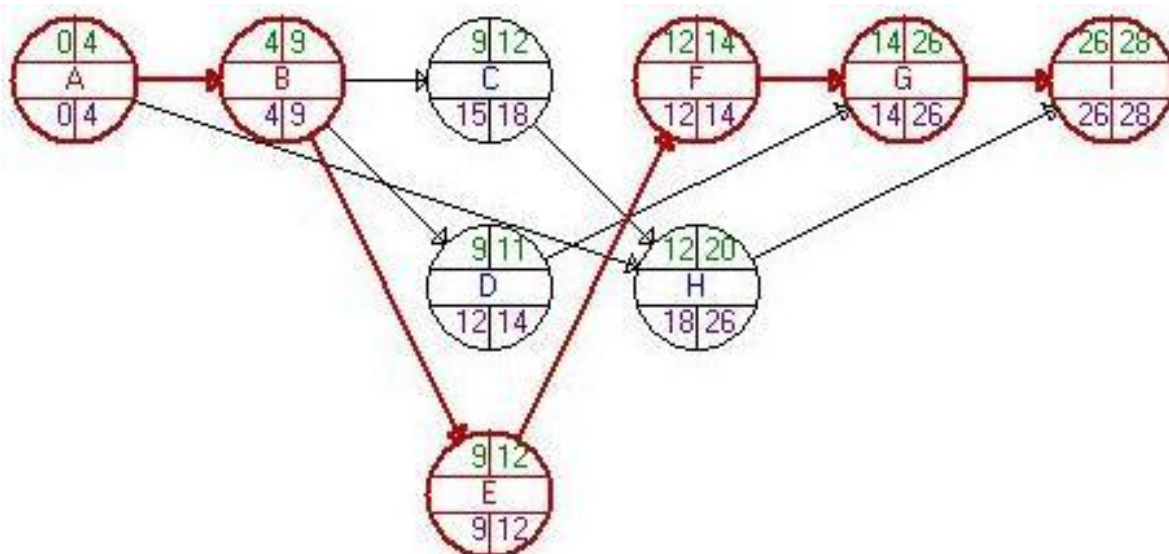


Рис. 3.5 – Изображение проекта в виде графа [47]

На рис. 3.5 критический путь выделен жирной линией. Каждая рабо-

та представлена кружком, верхняя половина которого содержит наиболее раннее начало и конец работы, нижняя половина – наиболее поздние. Последовательность работ отражена стрелками.

Судя по рис. 3.5, работа Н – «Заключить долгосрочные контракты с арендаторами» не лежит на критическом пути. Ей должны предшествовать работа А – «Выявить потребности потенциальных арендаторов» и работа С – «Подготовить и напечатать рекламный проспект». Наиболее раннее начало и конец работы Н – 12-я и 20-я недели, соответственно. Наиболее поздние временные рамки работы Н – 18-я и 26-я недели.

Отметим, что команда «Show Critical Path» кратко изображает критический путь.

В свою очередь, команда «Gantt Chart» строит диаграмму Гантта – столбчатую гистограмму, которая используется для иллюстрации графика работ по проекту (рис. 3.6).

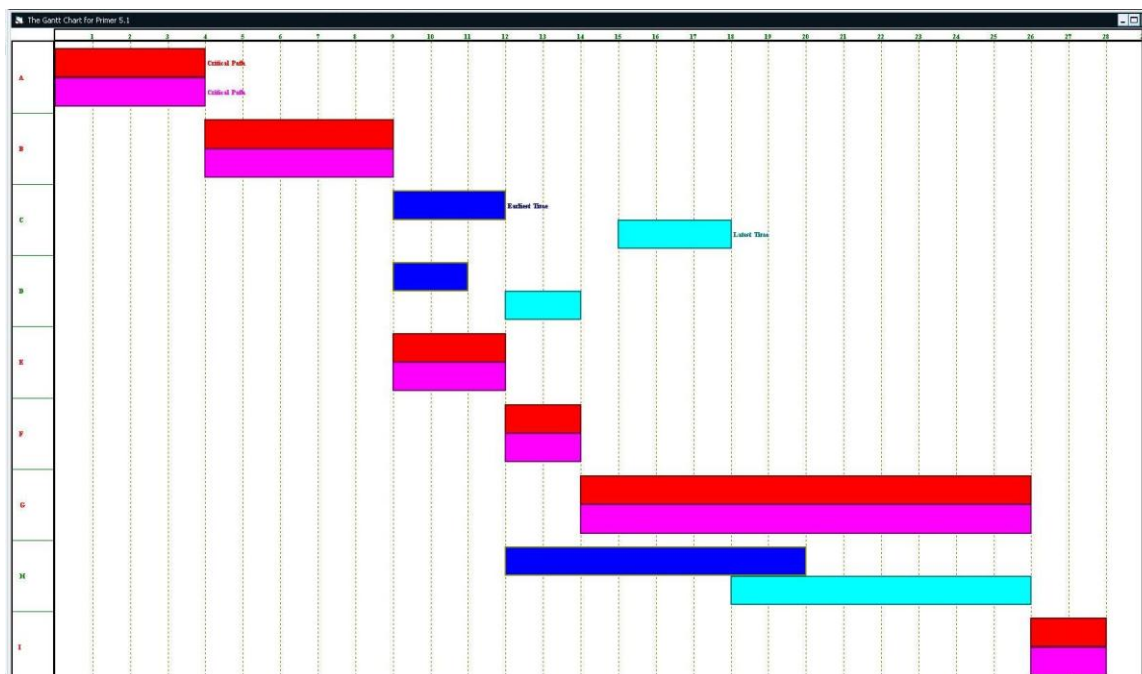


Рис. 3.6 – Диаграмма Гантта для проекта [47]

Любопытно, что американский инженер Генри Гантт (1861 – 1919) изучал менеджмент на примере постройки кораблей во время Первой мировой войны и предложил свою диаграмму, состоящую из столбцов (работ), как средство для представления длительности и последовательности работ в проекте.

Опция «Project Completion Analysis» позволяет провести анализ завершенности проекта. В табл. 3.4 указано, что минимальное время для выполнения проекта составляет 28 недель.

Можно в окне команды задать текущее время 28 и более недель. Тогда комплектность составит 100%. В противном случае мы получим не полную комплектацию проекта.

Для примера, зададим текущее время выполнения проекта в объёме

25 недель (рис. 3.7).

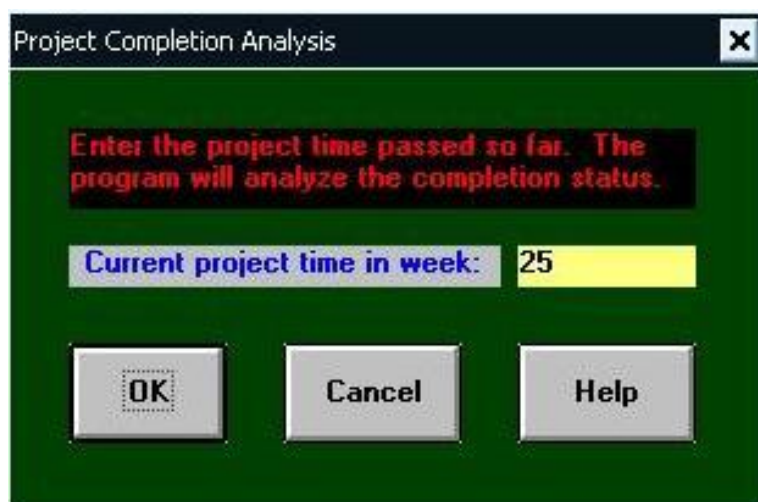


Рис. 3.7 – Прикладной анализ завершенности проекта [47]

Нажимая кнопку «ОК», получим табл. 3.5, из которой явствует, что за 25 недель работы А, В, С, D, E, F будут выполнены на 100%. Работу G можно выполнить на 91,6667%, работу H – на 87,5%, а работу I – на 0%. В целом же завершенность проекта составит 89,2857%.

Таблица 3.5

Анализ комплектности проекта при 25 неделях выполнения [47]

Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Latest Start	Latest Finish	Planned % Completion
A	Yes	4	0	4	100
B	Yes	5	4	9	100
C	no	3	15	18	100
D	no	2	12	14	100
E	Yes	3	9	12	100
F	Yes	2	12	14	100
G	Yes	12	14	26	91,6667
H	no	8	18	26	87,5
I	Yes	2	26	28	0
Overall Project:			0	28	89,2857

Решение примера 3.1 окончено. Видно, что модуль «PERT/CPM» предоставляет самые широкие возможности для использования метода критического пути.

Изучим теперь **метод анализа и оценки программ**. Впервые PERT (Program Evaluation and Review Technique) был предложен для практического применения в 1958 г. Разработкой метода и программного обеспечения для него занимались военно-морские силы США совместно с фирмой

«Буз, Эллен и Гамильтон» при создании системы управления ракетами «Поларис». Вначале PERT применялся в аэрокосмической сфере, а затем нашёл своё место в бизнесе, архитектуре компьютерных сетей, строительстве, оценке государственных проектов, военной сфере и т. д.

Данный метод отличается от метода критического пути тем, что для каждой операции рассчитываются её вероятностные характеристики, т. е. PERT имеет более ярко выраженный стохастический характер. Его применяют для контроля сроков выполнения проекта.

Метод PERT ориентирован на анализ таких проектов, для которых продолжительность выполнения всех или некоторых работ не удаётся определить точно. Прежде всего, речь идет о проектировании и внедрении новых систем. В таких проектах многие работы не имеют аналогов. В результате возникает неопределённость в сроках выполнения проекта в целом [47; 56 – 60].

При использовании метода PERT предполагают, что время выполнения каждой работы (i, j) является случайной величиной. Необходимо определять следующие три оценки: $a_{(i,j)}$ – оптимистическое время (время выполнения работы в наиболее благоприятных условиях); $m_{(i,j)}$ – наиболее вероятное время (время выполнения работы в нормальных условиях); $b_{(i,j)}$ – пессимистическое время (время выполнения работы в неблагоприятных условиях).

Как показывает практика, время выполнения работы хорошо описывается бета распределением вероятностей (β). Математическое ожидание (среднее) времени выполнения работы (i, j) может быть оценено по формуле [47]:

$$M[t_{(i,j)}] \approx \frac{a_{(i,j)} + 4m_{(i,j)} + b_{(i,j)}}{6}.$$

Приблизительное значение дисперсии равно

$$D[t_{(i,j)}] \approx \left(\frac{b_{(i,j)} - a_{(i,j)}}{6} \right)^2.$$

Учтём, что $b_{(i,j)} \geq a_{(i,j)}$, и получим оценку для среднего квадратического отклонения времени выполнения операции:

$$\sigma[t_{(i,j)}] \approx \frac{b_{(i,j)} - a_{(i,j)}}{6}.$$

Обозначим через T время выполнения проекта. Если в проекте есть

работы, о сроках выполнения которых можно лишь предполагать, то время T является случайной величиной. Математическое ожидание времени выполнения проекта $M[T]$ равно сумме ожидаемых значений времени выполнения работ $M[t_{(i,j)}]$, лежащих на критическом пути. Аналогичное предположение делают и относительно дисперсии $D[T]$.

Для выявления критического пути проекта используют метод критического пути (СРМ). На этом этапе анализа проекта время выполнения работы полагается равным ожидаемому времени, т.е. $M[t_{(i,j)}]$.

Предполагается, что время выполнения проекта T является суммой достаточно большого числа независимых, одинаково распределённых случайных величин $t_{(i,j)}$. При таких условиях применима центральная предельная теорема теории вероятностей.

Эту теорему доказал русский математик и механик Александр Михайлович Ляпунов (1857-1918). Значит, случайная величина T имеет асимптотически нормальное распределение вероятностей с параметрами времени $M[T]$ и $\sigma[T] = \sqrt{D[T]}$.

Нужно задать конкретный срок выполнения проекта T_0 . Тогда вероятность того, что время выполнения проекта T не превысит заданный срок T_0 , приближённо вычисляют по формуле [47]:

$$P\{T \leq T_0\} \approx \frac{1}{2} + \Phi\left(\frac{T_0 - M[T]}{\sigma[T]}\right).$$

Заметим, что здесь используется интегральная функция Лапласа, для которой имеются вычислительные таблицы (см. приложение Е данного учебного пособия):

$$\Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^z e^{-x^2/2} dx.$$

Пример 3.2 (метод анализа и оценки программ). За основу возьмём пример 3.1 о реконструкции холла гостиницы с последующей сдачей помещений в аренду торговым фирмам. Табл. 3.3 содержала данные о работах, их содержании, предшествующих работах и сроках выполнения в неделях.

Пусть сроки выполнения работ можно определить только приблизительно. Это связано, например, с экономической нестабильностью и другими обстоятельствами. Поэтому детерминистический термин «время выполнения» из табл. 3.3 будет заменён стохастическим термином «наиболее вероятное время» $m_{(i,j)}$. Кроме этого в новую табл. 3.6 будет помещена

информация об оптимистическом ($a_{(i,j)}$) и пессимистическом ($b_{(i,j)}$) сроках выполнения работ.

Таблица 3.6

Информация для вычислений по методу PERT [47]

Работа	Предшествующие работы	Оптимистическое время выполнения	Наиболее вероятное время	Пессимистическое время выполнения
<i>A</i>	–	3	4	8
<i>B</i>	<i>A</i>	4	5	6
<i>C</i>	<i>B</i>	2	3	4
<i>D</i>	<i>B</i>	1	2	3
<i>E</i>	<i>B</i>	2	3	4
<i>F</i>	<i>E</i>	1	2	3
<i>G</i>	<i>D, F</i>	11	12	13
<i>H</i>	<i>A, C</i>	7	8	12
<i>I</i>	<i>G, H</i>	1	2	3

Необходимо с помощью метода PERT разработать оптимальный календарный план проекта.

Решение. Для анализа, как и ранее, будем использовать программный модуль «PERT/CPM», содержащийся в системе «WinQSB».

Загрузив файл PERT-CPM.EXE, выберем в меню «File» команду «New Problem». Спецификацию задачи (рис. 3.8) формулируем следующим образом:

- название задачи – «Primer 5.2»;
- количество работ 9;
- единица времени – «week» (неделя);
- тип задачи – «Probabilistic PERT» (вероятностный метод анализа и оценки программ);
- формат ввода данных – «Spreadsheet» (табличная форма);
- выбор полей ввода данных – «Normal Time» (нормальное время);
- распределение вероятностей времени работ – «3-Time estimate» (3-х временная оценка).

Выбранное распределение вероятностей связано со статистическим анализом, проведенным эмпирико-экспериментальным путём разработчиками математического аппарата метода PERT.

При необходимости пользователь может выбрать другое распределение.

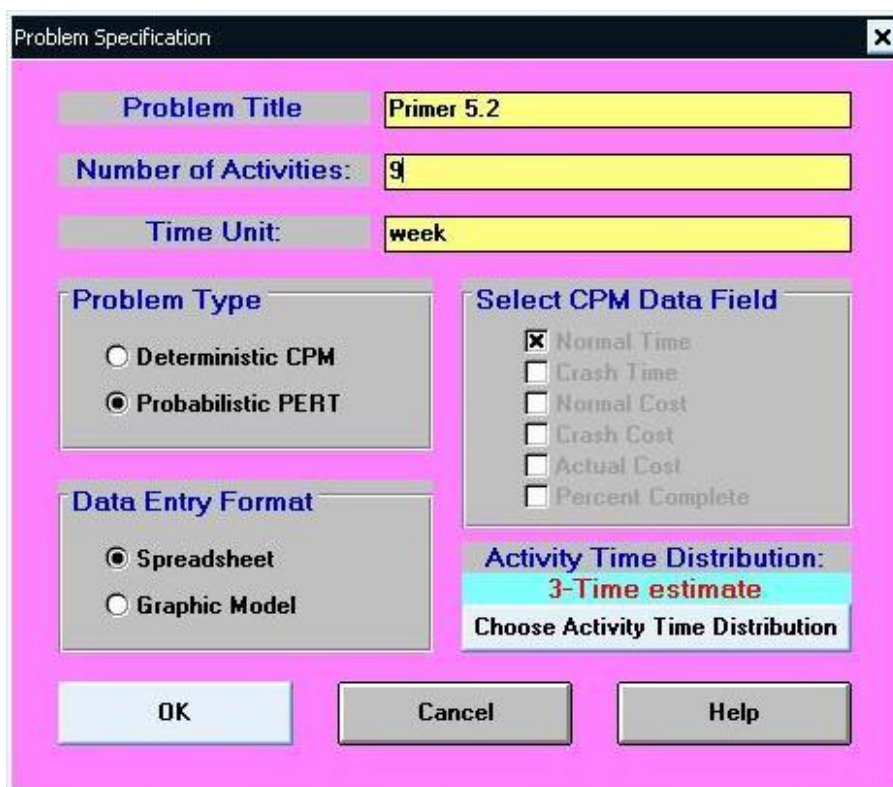


Рис. 3.8 – Постановка задачи на метод анализа и оценки программ [47]

Нажав «ОК», вводим данные из табл. 3.6 (рис. 3.9). Наименования работ (Activity Name) программа выставляет автоматически, присваивая им буквы английского алфавита. Остальные поля заполняются с клавиатуры.

Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/name, separated by ',')	Optimistic time (a)	Most likely time (m)	Pessimistic time (b)
1	A		3	4	8
2	B	A	4	5	6
3	C	B	2	3	4
4	D	B	1	2	3
5	E	B	2	3	4
6	F	E	1	2	3
7	G	D,F	11	12	13
8	H	A,C	7	8	12
9	I	G,H	1	2	3

Рис. 3.9 – Прикладная задача по методу PERT [47]

Введя данные задачи, заходим в раздел меню «Solve and Analyze». Выбираем команду «Solve Critical Path» и получаем ответ.

Разместим в табл. 3.7 интересующую нас информацию. Первый столбец содержит сведения о наименовании работ (Activity Name). Второй столбец таблицы (On CriticalPath) информирует о работах, стоящих на критическом пути (Yes) или находящихся вне его (no). В остальных столбцах приведены данные о среднем времени выполнения работы (Activity Mean Time), наиболее раннем начале работы (Earliest Start), наиболее раннем окончании (Earliest Finish), наиболее позднем начале работы (Latest Start),

наиболее позднем окончании (Latest Finish). Последний столбец информирует о резерве времени выполнения работы (Slack, LS-ES).

Таблица 3.7

Анализ прикладной задачи методом PERT [47]

Activity Name	On Critical Path	Activity Mean Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
A	Yes	4,5	0	4,5	0	4,5	0
B	Yes	5	4,5	9,5	4,5	9,5	0
C	no	3	9,5	12,5	15	18	5,5
D	no	2	9,5	11,5	12,5	14,5	3
E	Yes	3	9,5	12,5	9,5	12,5	0
F	Yes	2	12,5	14,5	12,5	14,5	0
G	Yes	12	14,5	26,5	14,5	26,5	0
H	no	8,5	12,5	21	18	26,5	5,5
I	Yes	2	26,5	28,5	26,5	28,5	0
Project Completion Time			=	28,5	weeks		
Number of Critical Path(s)			=	1			

В пункте меню «Results» выберем команду «Graphic Activity Analysis» и получим рис. 3.10.

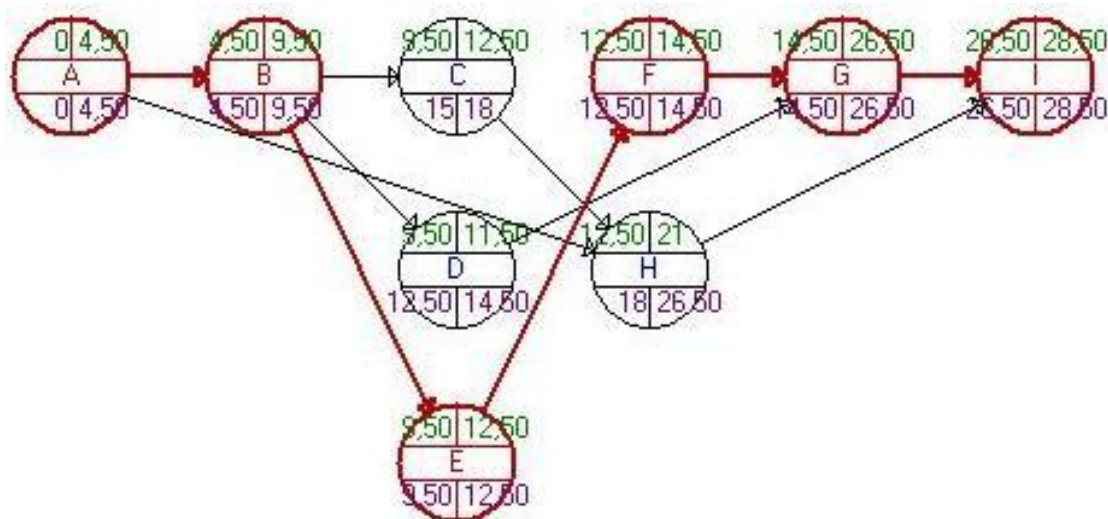


Рис. 3.10 – Изображение проекта по методу PERT с помощью графа [47]

Из табл. 3.7 видно, что имеется один критический путь. На рис. 3.10 он выделен жирной линией. Среднее время выполнения проекта (Project Completion Time) составляет $M[T] = 28,5$ недель.

Программный модуль «PERT/CPM» позволяет провести вероятностный анализ выполнения календарных сроков проекта. Зайдём в опцию «Results», а затем в «Perform Probability Analysis». Зададим (рис. 3.11) кон-

кретный срок выполнения проекта в неделях (Desired completion time in week). Например, $T_0 = 28$. Кликнем мышкой по «Compute Probability», т. е. оценим вероятность того, что время выполнения проекта T не превысит заданный срок, а именно $P\{T \leq 28\}$.

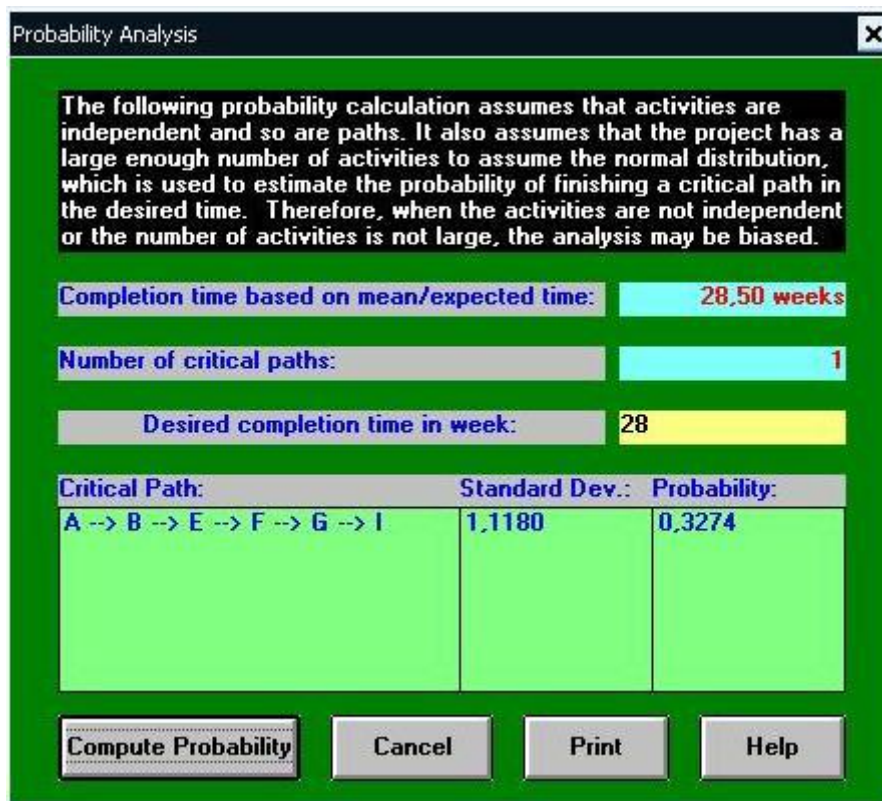


Рис. 3.11 – Анализ вероятности выполнения проекта [47]

Итак, единственный критический путь: $A \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow G \rightarrow I$. Среднее квадратическое отклонение $\sigma[T] = 1,118$ недель. Небольшое значение вероятности $P\{T \leq 28\} \approx 0,3274$ получилось в силу того, что заданный срок $T_0 = 28$ меньше среднего времени выполнения проекта $M[T] = 28,5$ недель.

Опция «Perform Simulation» позволяет моделировать эксперимент. Читателю предлагается опробовать эту возможность самостоятельно. Рассмотрение примера 3.2 методом анализа и оценки программ (PERT) выполнено полностью.

Рассмотрим теперь сетевые модели, учитывающие затраты. Предположим, что мы хотели бы уменьшить время выполнения проекта. Сокращение времени выполнения проекта связано с использованием дополнительных ресурсов: увеличение количества работающих, организация работы в сверхурочное время и т.п. Следовательно, при сокращении срока выполнения проекта увеличиваются затраты на его реализацию. Требуется искать компромисс между сокращением времени выполнения той или иной работы и экономией дополнительных затрат на проект. Для расчёта минимальных затрат, необходимых для сокращения времени реализации

проекта, обычно используют модель линейного программирования.

Формирование плана затрат, составление графика расходования средств и контроль за этим расходованием осуществляются с помощью **метода анализа затрат PERT/COST**. Конечная цель применения метода PERT/COST – уложиться в утверждённую смету расходов. Составление сметы на реализацию проекта предполагает выявление всех затрат и распределение их во времени. На этапах выполнения проекта фактические затраты следует сравнивать с планируемыми. Если фактические затраты превышают планируемые, то надо предпринять такие действия, которые бы позволили остаться в пределах сметы.

Метод PERT/COST позволяет провести экономический анализ затрат на выполнение работы в нормальных условиях и в условиях максимального сокращения её продолжительности. Рассчитать нормальную продолжительность работы и продолжительность работы при максимально возможном её сокращении. Определить величину сокращения времени выполнения, как отдельной работы, так и проекта в целом. Оценить затраты на сокращение времени выполнения проекта.

Предположим, что $\tau_{(i,j)}$ – нормальная продолжительность выполнения работы (i, j) . Аналогом $\tau_{(i,j)}$ при детерминированном подходе (метод критического пути) служит время выполнения работы $t_{(i,j)}$. Если же используется стохастический подход (метод PERT), то $\tau_{(i,j)}$ соответствует наиболее вероятное время выполнения $m_{(i,j)}$.

Обозначим через $\tau^m_{(i,j)}$ продолжительность работы при максимально возможном её сокращении. Тогда величина максимально возможного сокращения продолжительности работы (i, j) за счёт дополнительных ресурсов определяется показателем [47; 61]:

$$M_{(i,j)} = \tau_{(i,j)} - \tau^m_{(i,j)}.$$

При этом $C_{(i,j)}$ – расчётные затраты на выполнение работы при нормальной продолжительности, а $C^m_{(i,j)}$ – при максимально сокращённой продолжительности за счёт дополнительных ресурсов. Тогда удельные затраты на сокращение продолжительности работы (i, j) на единицу времени составляют:

$$K_{(i,j)} = \frac{C^m_{(i,j)} - C_{(i,j)}}{M_{(i,j)}}.$$

Множество работ проекта обозначим через P , количество работ через k , количество событий через n , время наступления события i через x_i ,

время сокращения работы (i, j) через $y_{(i,j)}$, желаемое время выполнения проекта через T_0 .

Пусть любая дополнительная доля сокращаемого времени на выполнение работы потребует постоянной (неизменной во времени) доли дополнительных затрат. При таком предположении для минимизации затрат на сокращение времени реализации проекта можно использовать модель линейного программирования.

Введём целевую функцию:

$$F = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n K_{(i,j)} \cdot y_{(i,j)} \rightarrow \min.$$

Кроме того, ограничения задачи и условия не отрицательности искомым неизвестных следующие [47; 62 – 65]:

$$\begin{cases} x_j \geq x_i + \tau_{(i,j)} - y_{(i,j)} \\ y_{(i,j)} \leq M_{(i,j)} \\ x_n \leq T_0 \\ x_i \geq 0, \quad y_{(i,j)} \geq 0, \quad (i, j) \in P. \end{cases}$$

Имеем задачу линейного программирования, которая содержит n искомым переменных x_i и k искомым переменных $y_{(i,j)}$, т. е. всего $n+k$ неизвестных. Ограничения задачи генерируют $k+k+1$ неравенство, а условия неотрицательности содержат $n+k$ неравенств. Поэтому область допустимых решений состоит из $3k+n+1$ неравенств.

Решив задачу, мы определим оптимальный план $\{x_j^{opt}, y_{(i,j)}^{opt}\}$. Подставляя значения найденного оптимального времени сокращения для всех работ $y_{(i,j)}^{opt}$ в целевую функцию, вычислим F^{opt} . Это и будет минимальная сумма издержек, необходимая для сокращения времени выполнения всего проекта до уровня T_0 .

Отметим, что метод PERT/COST основан на построении области допустимых затрат, при которых проект может быть реализован за определённое время. Может быть получено наиболее раннее и наиболее позднее время начала каждой работы. Затем строят два графика: график совокупных затрат при наиболее раннем времени начала работ и график совокупных затрат при наиболее позднем времени начала работ. Если фактические затраты на выполнение проекта окажутся внутри области, очерченной этими графиками, то проект может быть выполнен за время, соответствующее длине критического пути. Если же фактические затраты окажутся за пределами данной области, то продолжительность выполнения проекта

увеличится.

Пример 3.3 (метод анализа затрат). Мы продолжаем исследование проекта о реконструкции холла гостиницы с последующей сдачей помещений в аренду торговым фирмам (см. примеры 3.1 и 3.2). Табл. 3.8 содержит данные о работах, непосредственно предшествующих работам и нормальной продолжительности выполнения работ $\tau_{(i,j)}$ в неделях, что совпадает с табл. 3.3.

Табл. 3.8 включает продолжительность работ при максимально возможном их сокращении $\tau^m_{(i,j)}$, расчётные затраты на выполнение работ при нормальной продолжительности $C_{(i,j)}$ и при максимально сокращённой продолжительности $C^m_{(i,j)}$ за счёт дополнительных ресурсов.

Таблица 3.8

Информация для расчёта проекта с помощью метода PERT/COST [47]

Работа	Предшествующие работы	Норм. время выполнения, недели	Макс. сокращ. время выполнения	Затраты при норм. времени, млн. руб.	Затраты при макс. сокращ. времени
<i>A</i>	–	4	4	0,1	0,1
<i>B</i>	<i>A</i>	5	3	0,5	0,9
<i>C</i>	<i>B</i>	3	1	0,1	0,2
<i>D</i>	<i>B</i>	2	2	0,1	0,1
<i>E</i>	<i>B</i>	3	1	0,1	0,3
<i>F</i>	<i>E</i>	2	2	0,4	0,4
<i>G</i>	<i>D, F</i>	12	9	3,5	6,5
<i>H</i>	<i>A, C</i>	8	8	0,3	0,3
<i>I</i>	<i>G, H</i>	2	1	0,1	0,2

По табл. 3.8 видно, что для работ *A* (выявить потребности потенциальных арендаторов), *D* (найти подрядчика), *F* (получить разрешение на реконструкцию) и *H* (заключить долгосрочные контракты с арендаторами) нет возможности сократить время выполнения. Поэтому затраты в двух последних столбцах совпадают. В то же время, продолжительность работ *B* (разработать архитектурный проект), *C* (подготовить и напечатать рекламный проспект), *E* (подготовить документы для получения разрешения на реконструкцию), *G* (выполнить реконструкцию) и *I* (вселить арендаторов) можно сократить при согласии на дополнительные расходы.

Требуется, используя метод анализа затрат PERT/COST, составить оптимальный календарный план и смету проекта.

Решение. Применим программную математическую систему «WinQSB». Воспользуемся модулем этой системы «PERT/CPM», загрузив файл PERT-CPM.EXE.

В опции «File» нужно выбрать команду «New Problem». Спецификацию задачи изображена на рис. 3.12. Термин «crash» (англ. интенсивный) следует понимать, как максимально сокращённый.

The image shows a 'Problem Specification' dialog box with the following fields and options:

- Problem Title:** Primer 5.3
- Number of Activities:** 9
- Time Unit:** week
- Problem Type:** Deterministic CPM, Probabilistic PERT
- Select CPM Data Field:** Normal Time, Crash Time, Normal Cost, Crash Cost, Actual Cost, Percent Complete
- Data Entry Format:** Spreadsheet, Graphic Model
- Activity Time Distribution:** Choose Activity Time Distribution
- Buttons:** OK, Cancel, Help

Рис. 3.12 – Постановка задачи на метод критического пути [47]

Нажав «OK», вводим данные из табл. 3.8 (рис. 3.18). Наименования работ (Activity Name) программа выставляет автоматически, присваивая им буквы английского алфавита. Остальные поля заполняются с клавиатуры.

Система «WinQSB» должна корректно сохранять внесённые данные для последующей работы с ними. С этой целью необходимо в настройках Windows указать «точку» в качестве разделительного знака целой и дробной части чисел вместо «запятой».

В системе Windows XP это делается так: 1) откройте «Панель управления»; 2) откройте «Язык и региональные стандарты»; 3) в настройках на закладке «Числа» в поле «Разделитель целой и дробной части чисел» укажите точку.

Activity Number	Activity Name	Immediate Predecessor (list number/name, separated by ',')	Normal Time	Crash Time	Normal Cost	Crash Cost
1	A		4	4	0.1	0.1
2	B	A	5	3	0.5	0.9
3	C	B	3	1	0.1	0.2
4	D	B	2	2	0.1	0.1
5	E	B	3	1	0.1	0.3
6	F	E	2	2	0.4	0.4
7	G	D,F	12	9	3.5	6.5
8	H	A,C	8	8	0.3	0.3
9	I	G,H	2	1	0.1	0.2

Рис. 3.13 – Информация задачи по методу PERT/COST [47]

Вводим данные и заходим в меню «Solve and Analyze». Как и ранее, выбираем команду «Solve Critical Path Using Normal Time» и получаем табл. 3.9.

Таблица 3.9

Анализ задачи методом PERT/COST с нормальным временем [47]

Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
A	Yes	4	0	4	0	4	0
B	Yes	5	4	9	4	9	0
C	no	3	9	12	15	18	6
D	no	2	9	11	12	14	3
E	Yes	3	9	12	9	12	0
F	Yes	2	12	14	12	14	0
G	Yes	12	14	26	14	26	0
H	no	8	12	20	18	26	6
I	Yes	2	26	28	26	28	0
Project Completion Time			=	28	weeks		
Total Cost of Project			=	5.20p.	(Cost on CP = 4.70p.)		
Number of Critical Path(s)			=	1			

Получен результат, имеющийся в решении примера 3.1. Критический путь единственный и его длительность 28 недель.

В отличие от примера 3.1, указана общая стоимость проекта 5,2 млн. руб. и стоимость работ, находящихся на критическом пути (A, B, E, F, G и I), 4,7 млн. руб.

Выберем команду «Solve Critical Path Using Crash Time» (рассчитать критический путь при максимально сокращённом времени) и получим табл. 3.10.

На этот раз общая длительность выполнения проекта составляет 20 недель. Общая стоимость – 9 млн. руб. (табл. 3.10).

Таблица 3.10

Анализ задачи при максимально сокращённом времени [47]

Activity Name	On Critical Path	Activity Time	Earliest Start	Earliest Finish	Latest Start	Latest Finish	Slack (LS-ES)
A	Yes	4	0	4	0	4	0
B	Yes	3	4	7	4	7	0
C	no	1	7	8	10	11	3
D	no	2	7	9	8	10	1
E	Yes	1	7	8	7	8	0
F	Yes	2	8	10	8	10	0
G	Yes	9	10	19	10	19	0
H	no	8	8	16	11	19	3
I	Yes	1	19	20	19	20	0
Project Completion Time			=	20	weeks		
Total Cost of Project			=	\$9	(Cost on CP = 8.40p.)		
Number of Critical Path(s)			=	1			

На критическом пути находится 6 работ (из 9): А, В, Е, F, G, I. Их суммарная стоимость составляет 8,4 млн. руб. Календарный план проекта изображён на рис. 3.14.

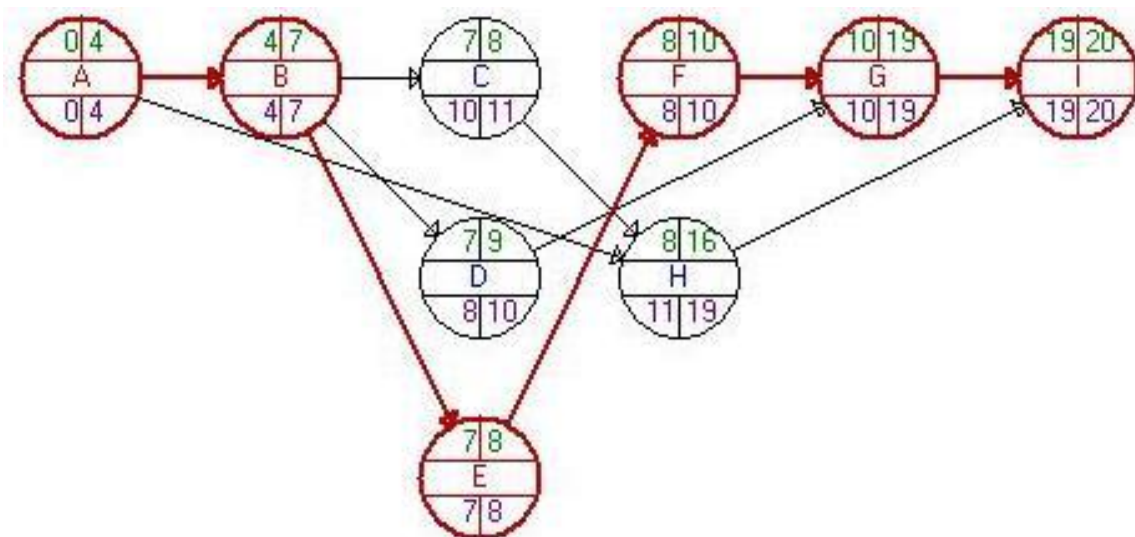


Рис. 3.14 – Граф проекта при максимально сокращённом времени [47]

Для работ, лежащих на критическом пути, резерв времени отсутствует. Наиболее ранние начало и конец работ совпадают с наиболее поздними сроками. Например, работа *G* (рис. 3.14) должна быть выполнена с конца 10-й недели (с начала 11-й) по конец 19-й. Работы, не находящиеся на критическом пути, могут быть сдвинуты во времени. Например, работа *H*

имеет полный резерв времени в 3 недели. Её наиболее раннее начало – 8-я неделя, наиболее позднее начало – 11-я неделя.

В пункте меню «Results» имеется команда «PERT/Cost-Table», которая формирует календарный план затрат (табл. 3.11). Во 2-м и 3-м столбце приведен план (Schedule) затрат, рассчитанный на ранний (ES) и поздний (LS) старт работы, соответственно. В 4-м и 5-м столбце записаны общие затраты нарастающим итогом.

Таблица 3.11

Календарный план затрат при максимально сокращённом времени [47]

Project Time in week	Cost Schedule Based on ES	Cost Schedule Based on LS	Total Cost Based on ES	Total Cost Based on LS
1	0.03р.	0.03р.	0.03р.	0.03р.
2	0.03р.	0.03р.	0.05р.	0.05р.
3	0.03р.	0.03р.	0.08р.	0.08р.
4	0.03р.	0.03р.	0.10р.	0.10р.
5	0.30р.	0.30р.	0.40р.	0.40р.
6	0.30р.	0.30р.	0.70р.	0.70р.
7	0.30р.	0.30р.	1.00р.	1.00р.
8	0.55р.	0.30р.	1.55р.	1.30р.
9	0.29р.	0.25р.	1.84р.	1.55р.
10	0.24р.	0.25р.	2.08р.	1.80р.
11	0.76р.	0.92р.	2.83р.	2.72р.
12	0.76р.	0.76р.	3.59р.	3.48р.
13	0.76р.	0.76р.	4.35р.	4.24р.
14	0.76р.	0.76р.	5.11р.	5.00р.
15	0.76р.	0.76р.	5.87р.	5.76р.
16	0.76р.	0.76р.	6.63р.	6.52р.
17	0.72р.	0.76р.	7.36р.	7.28р.
18	0.72р.	0.76р.	8.08р.	8.04р.
19	0.72р.	0.76р.	8.80р.	8.80р.
20	0.20р.	0.20р.	\$9	9.00р.

Определённое неудобство в табл. 3.11 доставляет тот факт, что программа округляет денежные расходы до сотых долей числа.

К примеру, работа А при максимальном сокращении времени требует 4 недели (выполняется в течение первых 4-х недель) и 0,1 млн. руб. (см. табл. 3.11). Если 0,1 разделить на 4, то получается 0,025 млн. руб. в неделю. В табл. 3.11 округлено до 0,03 млн. руб., но итоговая сумма 0,10 млн. руб. записана верно.

Сведения из табл. 3.11 можно представить графически (рис. 3.15), если воспользоваться командой «PERT/Cost-Graphic».

Нижняя часть рис. 3.15 содержит две ломаные линии, изображающие объём затрат при раннем старте работ (светлый оттенок) и позднем старте работ (тёмный оттенок).

Отметим, что расходы изображены также нарастающим итогом. Две возрастающие ломаные ограничивают область допустимых затрат.

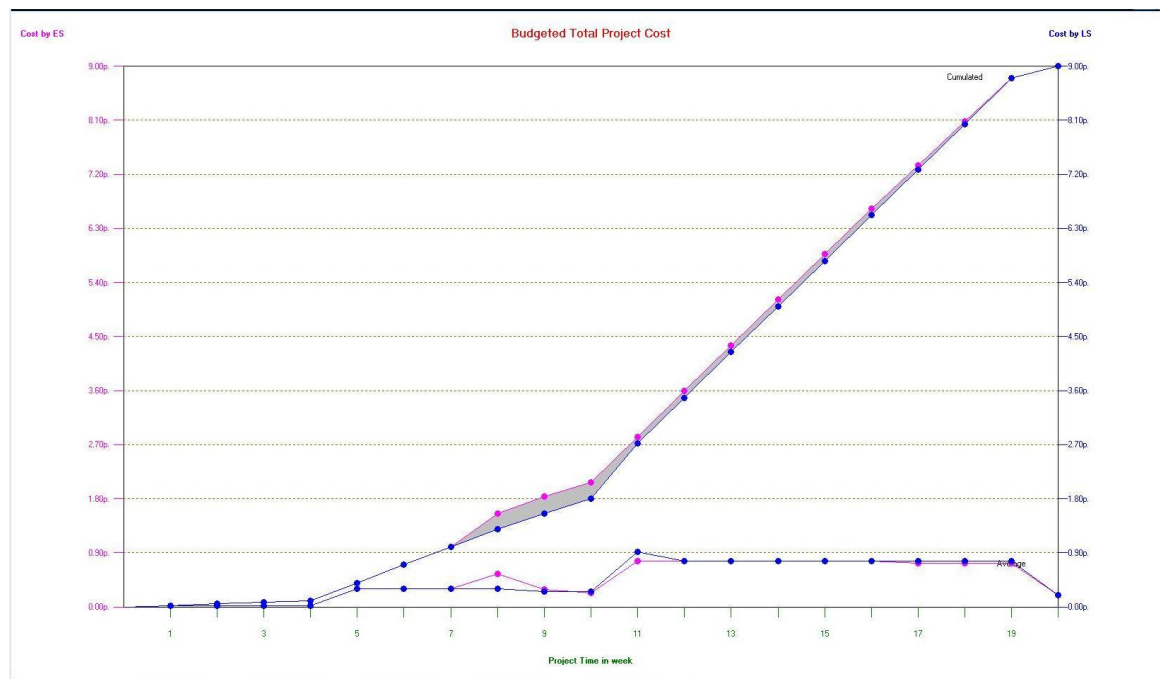


Рис. 3.15 – Затраты при максимально сокращённом времени [47]

Пункт меню «Results» содержит команду «Perform Crashing Analysis» (выполнить анализ при максимально сокращённом времени).

Возможность «Meeting the desired completion time» означает стремиться к желаемому (desired) времени завершения проекта (рис. 3.21).

Проект при нормальном времени выполнения работ потребует 28 недель и 5,2 млн. руб. Стоит отметить, если бы работы выполнялись строго одна за другой, т.е. не допускалось одновременного выполнения нескольких работ, то проект был бы завершён за 41 неделю.

С наиболее сокращённым временем проект будет выполнен за 20 недель при затратах в 9 млн. руб. Снова заметим, что строго последовательное выполнение работ дало бы 31 неделю на завершение проекта.

Попробуем задать промежуточное время выполнения проекта между 20-ю и 28-ю неделями. Пусть желаемое время завершения проекта (Desired completion time) задано в объёме 25 недель (рис. 3.16).

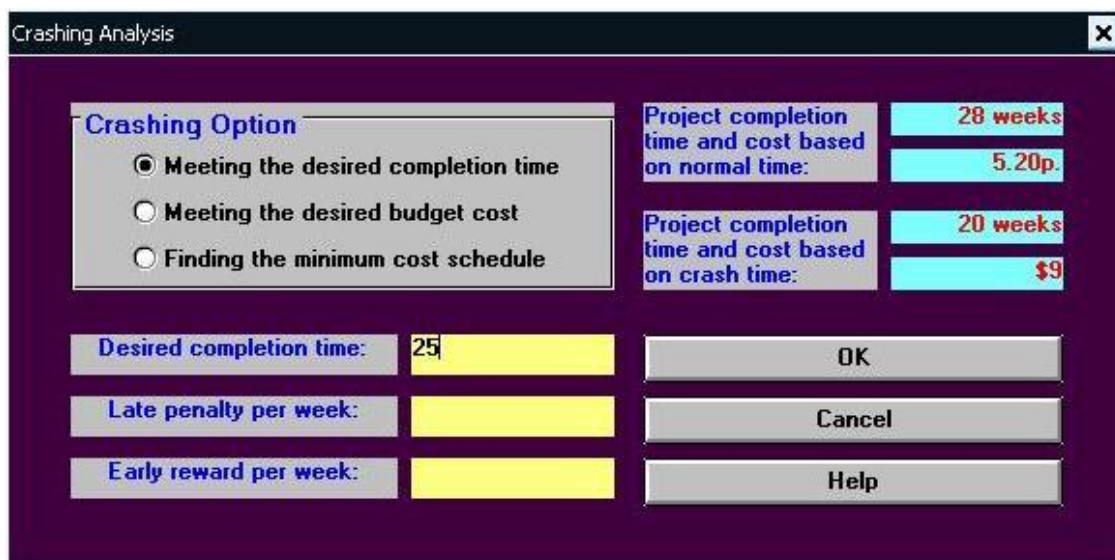


Рис. 3.16 – Прикладной проект при 25 неделях выполнения [47]

Нажимая «ОК», получим табл. 3.12. Для достижения предлагаемого времени (Suggested Time) в 25 недель необходимо ускорить работу E с трёх недель до одной с дополнительными затратами (Additional Cost) в 0,2 млн. руб. Работа I должна быть ускорена с двух недель до одной с дополнительными затратами в 0,1 млн. руб. Поэтому общий (Overall) бюджет проекта возрастет с 5,2 млн. руб. (Normal Cost) до 5,5 млн. руб. (Suggested Cost).

Таблица 3.12

Проект при завершении его за 25 недель [47]

Activity Name	Critical Path	Normal Time	Crash Time	Suggested Time	Additional Cost	Normal Cost	Suggested Cost
A	Yes	4	4	4	0	0.10p.	0.10p.
B	Yes	5	3	5	0	0.50p.	0.50p.
C	no	3	1	3	0	0.10p.	0.10p.
D	no	2	2	2	0	0.10p.	0.10p.
E	Yes	3	1	1	0.20p.	0.10p.	0.30p.
F	Yes	2	2	2	0	0.40p.	0.40p.
G	Yes	12	9	12	0	3.50p.	3.50p.
H	no	8	8	8	0	0.30p.	0.30p.
I	Yes	2	1	1	0.10p.	0.10p.	0.20p.
Overall Project:				25	0.30p.	5.20p.	5.50p.

Другая возможность «Meeting the desired budget cost» – стремиться к желаемой бюджетной стоимости проекта (рис. 3.17). При нормальном времени выполнения работ смета составляет 5,2 млн. руб. При максимально интенсивном исполнении работ бюджет проекта составляет 9 млн. руб.

Присвоим промежуточное значение между 5,2 и 9 млн. руб. Например, желаемые бюджетные затраты (Desired budget cost) составляют 6,9 млн. руб. (рис. 3.17).

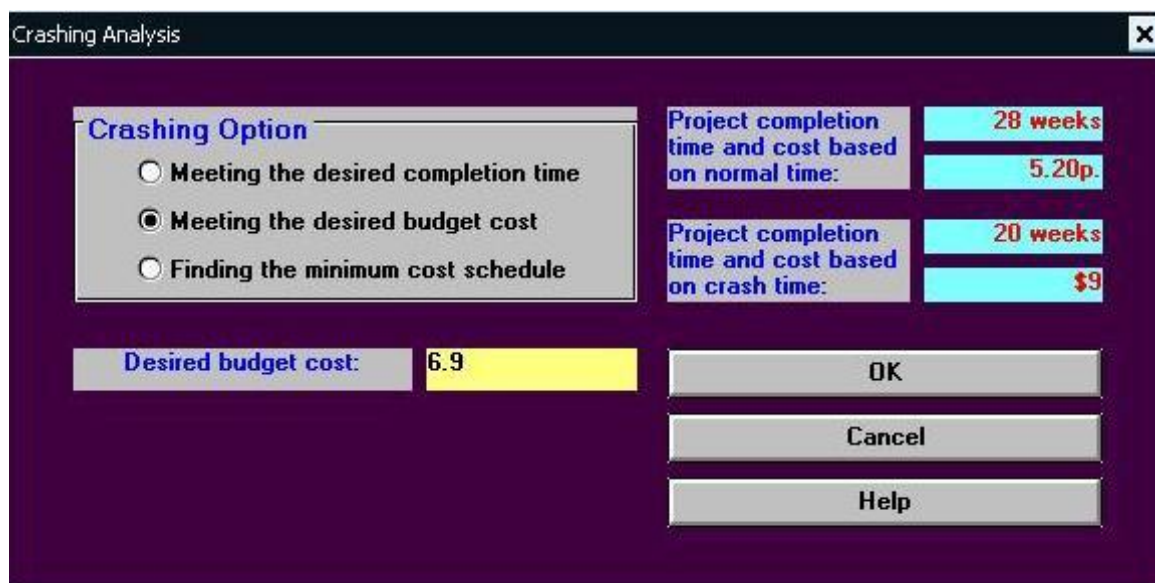


Рис. 3.17 – Прикладной проект с бюджетом в 6,9 млн. руб. [47]

Жмём «ОК» и получаем табл. 3.13, которая отражает дополнительные ассигнования в 1,7 млн. руб. (разница между 6,9 и 5,2).

Таблица 3.13

Проект при общих желаемых затратах в 6,9 млн. руб. [47]

Activity Name	Critical Path	Normal Time	Crash Time	Suggested Time	Additional Cost	Normal Cost	Suggested Cost
A	Yes	4	4	4	0	0.10р.	0.10р.
B	Yes	5	3	3	0.40р.	0.50р.	0.90р.
C	no	3	1	3	0	0.10р.	0.10р.
D	no	2	2	2	0	0.10р.	0.10р.
E	Yes	3	1	1	0.20р.	0.10р.	0.30р.
F	Yes	2	2	2	0	0.40р.	0.40р.
G	Yes	12	9	11	1.00р.	3.50р.	4.50р.
H	no	8	8	8	0	0.30р.	0.30р.
I	Yes	2	1	1	0.10р.	0.10р.	0.20р.
Overall Project:				22	1.70р.	5.20р.	6.90р.

Понесённые дополнительные затраты (Additional Cost) позволяют ускорить общее время выполнения проекта с 28 недель до 22 (Suggested Time). Для этого требуется дополнительно профинансировать работы В (плюс 0,4 млн. руб.), Е (плюс 0,2 млн. руб.), G (плюс 1 млн. руб.), I (плюс 0,1 млн. руб.).

Особый интерес представляет возможность «Finding the minimum cost schedule» – нахождение календарного плана с минимальными затратами (рис. 3.18). Зададим срок выполнения проекта в 21 неделю. За просроченную неделю взимается пеня (Late penalty per week) в размере 0,2 млн. руб. За досрочное выполнение выплачивается награда (Early reward per week) в размере 0,1 млн. руб. за неделю.

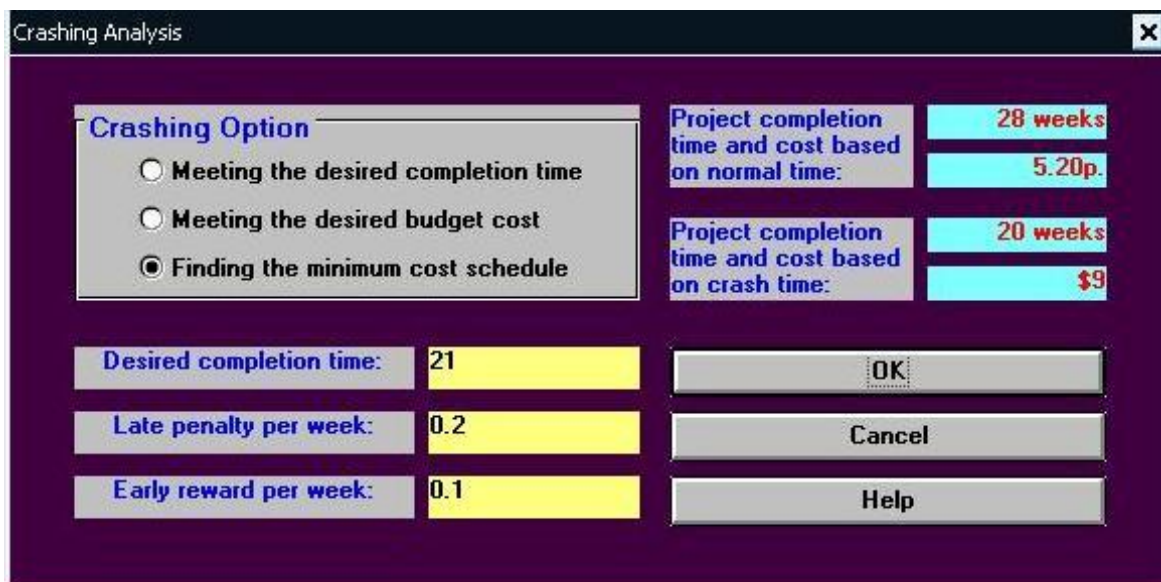


Рис. 3.18 – Затраты проекта с пенями и наградами [47]

Нажимая «ОК», мы получаем табл. 3.14, из которой видно, что завершить проект за 21 неделю с минимальными затратами не удастся. Программа предложила оптимальное время в 23 недели. За опоздание в 2 недели налагается пеня в размере 0,4 млн. руб.

По работам А, С, D, F, G, H предлагаемое время (Suggested Time) выполнения совпадает с нормальным временем (Normal Time). Ускорять эти работы не нужно. Поэтому дополнительных затрат (Additional Cost) нет. Предлагаемые затраты (Suggested Cost) совпадают с нормальными затратами (Normal Cost).

В противоположность этому, работу В нужно ускорить с 5 недель до 3 (дополнительные затраты 0,4 млн. руб.), работу Е – с 3 до 1 (0,2 млн. руб.), работу I – с 2 до 1 (0,1 млн. руб.).

Нормальная длительность проекта в 28 недель снизится до оптимальной в 23 недели. На сокращение времени выполнения пойдут совокупные дополнительные затраты в объёме 0,7 млн. руб. С учётом этих затрат и наложенной пени нормальная стоимость проекта в 5,2 млн. руб. возрастет до 6,3 млн. руб.

Размер пени и награды мы ввели только с той целью, чтобы продемонстрировать возможности программного модуля «PERT/CPM». Если убрать строку «Late Penalty: 0.40p.» и снизить 6,3 млн. руб. на 0,4 млн. руб., то получим 5,9 млн. руб.

Таблица 3.14

Попытка завершения проекта за 21 неделю [47]

Activity Name	Critical Path	Normal Time	Crash Time	Suggested Time	Additional Cost	Normal Cost	Suggested Cost
A	Yes	4	4	4	0	0.10р.	0.10р.
B	Yes	5	3	3	0.40р.	0.50р.	0.90р.
C	no	3	1	3	0	0.10р.	0.10р.
D	no	2	2	2	0	0.10р.	0.10р.
E	Yes	3	1	1	0.20р.	0.10р.	0.30р.
F	Yes	2	2	2	0	0.40р.	0.40р.
G	Yes	12	9	12	0	3.50р.	3.50р.
H	no	8	8	8	0	0.30р.	0.30р.
I	Yes	2	1	1	0.10р.	0.10р.	0.20р.
Late Penalty:							0.40р.
Overall Project:				23	0.70р.	5.20р.	6.30р.

Решение примера 3.3 окончено. Подведём итоги.

Прикладной проект при нормальном времени выполнения работ требует 28 недель и 5,2 млн. руб. Календарный план содержится в табл. 3.9. Максимальное сокращение времени позволяет выполнить проект за 20 недель при затратах в 9 млн. руб. Календарный план имеется в табл. 3.10.

Наиболее рациональный по затратам календарный план (табл. 3.14 с замечаниями, указанными выше) требует 23 недель выполнения со сметой проекта в 5,9 млн. руб.

Дадим несколько практических советов. Если нет необходимости торопиться, то лучше придерживаться плана с нормальным временем. Если же речь идёт о жизненно важном объекте, то надо сокращать время выполнения.

Ускоренное время работ по реконструкции холла гостиницы с последующей сдачей в аренду торговым фирмам экономически целесообразно, если доходы от аренды превзойдут дополнительные расходы по проекту. Найденный оптимальный план на 5 недель короче нормального, но на 0,7 млн. руб. дороже. Если 5 недель арендной платы компенсируют эту сумму, то владельцу гостиницы это выгодно.

3.3. Методы оптимальных решений в прикладных задачах спроса и предложения

Чтобы успешно реализовывать товары или услуги, важно понимать, как работает спрос и предложение. Эти знания на практике помогут регулировать цену и объем выпуска товаров. А также быстро реагировать на изменения спроса, чтобы бизнес оставался прибыльным и устойчивым.

Рассмотрим, как закон спроса и предложения влияет на стоимость товаров, и, как использовать его в работе.

Рассмотрим основные факторы, влияющие на спрос.

Во-первых, это непосредственно стоимость товара или услуги. При снижении цены на качественный товар, покупать его будут больше. В то же время заметный рост цены повлечет за собой снижение спроса.

Вторым важным фактором являются доходы населения. Если доходы падают, покупатели будут ограничивать себя в некоторых товарах и услугах. Повышение же доходов повлечет за собой увеличение спроса на определенные виды товаров и услуг.

Следующим фактором, влияющим на спрос, являются цены на взаимозаменяемые товары. В случае, если цена на какой-либо товар существенно выросла, покупатели будут искать ему замену.

Кроме того, на спрос могут влиять современные тренды. Если какой-то продукт становится популярным, спрос на него, естественно, будет расти [47; 61 – 65].

Еще одним фактором является сезонность. Часто спрос на товары и услуги зависит от времени года.

Что из себя представляет предложение. Можно сказать, что это готовность производителя произвести товары или услуги. Главное для производителя – понимать, сколько продукции или услуг он может выпустить и предложить рынку, чтобы процесс производства оставался прибыльным.

Чтобы на рынке появилась потребность в товаре, необходимо два условия.

1. Производителю должно быть выгодно производить товар. Затраты на производство товара должно быть меньше, чем его цена.
2. Стоимость ресурсов: труда работников, инструментов, станков, материалов.

Если хотя бы одно условие не выполняется, значит, предложения на конкретный товар нет.

Рассмотрим такое понятие, как объем предложения.

Производителям необходимо знать, сколько продукции выпускать. Для этого используют показатель, который называется объем предложения. Это количество товаров или услуг, которые компания может произвести или выпустить на рынок по определенной цене в определенное время.

Рассмотрим, какие факторы влияют на предложение.

Во-первых, производственные мощности.

Во-вторых, доступность ресурсов.

В-третьих, технологии. Современное оборудование помогает компании масштабироваться – предложение увеличивается.

В четвертых. Налоги. Если налоги выросли, предложение может временно снизиться.

Ну, и еще. Кредиты и субсидии. Дополнительные деньги помогают расширять компанию и увеличивают предложение.

Резюмируя закон спроса и предложения, можно констатировать следующие тезисы:

если цена на товар или услугу снижается, покупатели будут покупать больше, а производители — выпускать меньше;

если цена на товар или услугу повышается, покупатели будут покупать меньше, а производители — выпускать больше.

В своё время американский математик и экономист Пол Самуэльсон (1915-2009) предложил модель, которая отражает зависимость между ценой товара p , спросом $d(p)$ и предложением $s(p)$. Разность $d(p) - s(p)$ часто называют неудовлетворённым спросом. Предполагается, что цена – непрерывная и дифференцируемая функция от времени t . Время считают тоже непрерывной переменной.

В главе 1 был осуществлён предельный переход и получено уравнение Самуэльсона-Эванса. Было сказано, что общее решение уравнения Самуэльсона-Эванса порождает семейство интегральных кривых, которые с течением времени t будут асимптотически приближаться к состоянию равновесия \bar{p} (рис. 3.19).

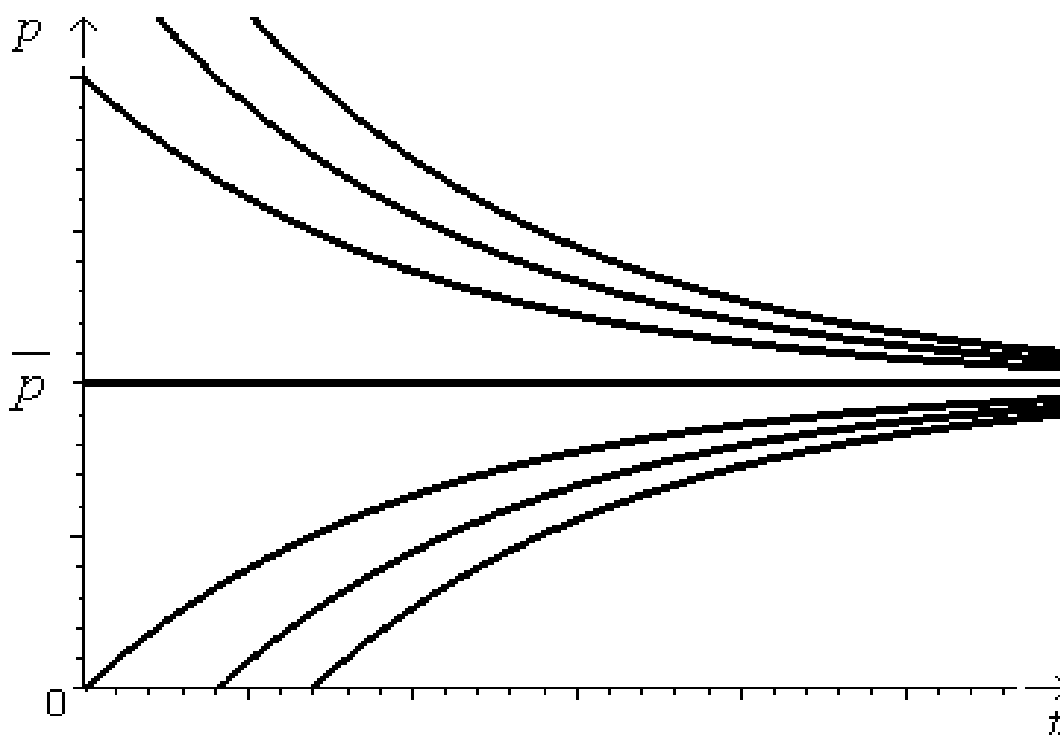


Рис. 3.19 – Асимптотика решений уравнения Самуэльсона-Эванса [47]

Динамическую модель Самуэльсона-Эванса можно рассматривать как непрерывный аналог паутиной модели рынка, часто используемой в задачах прикладной экономики [47; 66 – 69].

Пример 3.4. Автозавод восемь лет назад начал выпуск новой марки автомобиля. Данные представлены в виде табл. 3.15 и 3.16. Цена p указана в условных ден. ед., количество q – в тыс. шт.

Таблица 3.15

Спрос на автомобили [47]

Год	1	2	3	4	5	6	7	8
Количество	41	36	34	33	31	30	29	23
Цена	45	49	50	53	54	55	57	60

Таблица 3.16

Предложение автомобилей [47]

Год	1	2	3	4	5	6	7	8
Количество	11	17	21	25	28	29	38	41
Цена	45	49	50	53	54	55	57	60

Необходимо: 1) найти линейные модели для спроса $d(p) = a - bp$ и предложения $s(p) = -m + np$; 2) определить точку равновесия моделей спроса и предложения; 3) записать динамическую модель цены, учитывая данные по спросу за последний год.

Решение. С целью вычисления параметров динамических моделей воспользуемся MS Excel.

1) Регрессионный коэффициент (коэффициент наклона прямой) вычисляют с помощью функции НАКЛОН(), точку пересечения с вертикальной осью вычисляют функцией ОТРЕЗОК(). Модели спроса и предложения задаются линейными функциями [47]:

$$d(p) = 88,99213 - 1,094414p,$$

$$s(p) = -84,32573 + 2,091267p.$$

Параметры приняли положительные значения:

$$a = 88,99213, \quad b = 1,094414, \quad m = 84,32573, \quad n = 2,091267.$$

2) Рассчитаем равновесную цену:

$$\bar{p} = \frac{a + m}{b + n} = 54,71919 \text{ ден. ед.}$$

Это значение подставим в любую из моделей $d(p)$ или $s(p)$. Получим $\bar{q} = 30,107$ (тыс. шт.). Имеем точку равновесия $A(54,71919; 30,107)$.

3) Следовательно, общее решение уравнения Сауэльсона-Эванса имеет вид:

$$p(t) = 54,71919 + Ce^{-k \cdot 3,185681t}.$$

Рассчитаем оценку коэффициента пропорциональности k из соотношения

$$\Delta p = k(d(p) - s(p)) \cdot \Delta t .$$

Получим [47]:

$$k = \frac{\Delta p}{(d(p) - s(p)) \cdot \Delta t} .$$

Итак, восемь рассматриваемых лет порождают семь временных периодов длительности $\Delta t = 1$ год. Изменение цены Δp вычисляют по данным предложения (табл. 3.16). Например,

$$\begin{aligned} \Delta p_1 &= 49 - 45 = 4, \\ \Delta p_2 &= 50 - 49 = 1, \end{aligned}$$

и т. д.

Полученная разность $d(p) - s(p)$ является неудовлетворённым спросом и её находят, вычитая данные по количеству в табл. 3.15 и 3.16 (вычисления начинают со второго года). Получаем табл. 3.17.

Таблица 3.17

Промежуточные вычисления [47]

Временной период	1	2	3	4	5	6	7
$d(p) - s(p)$	19	13	8	3	1	-9	-18
Δp	4	1	3	1	1	2	3
k	0,2105	0,0769	0,375	0,3333	1	-0,2222	-0,1667

Используя функцию СРЗНАЧ(), вычисляем выборочное среднее $\bar{k} = 0,22956$. Подставляем это значение k в общее решение:

$$p(t) = 54,71919 + Ce^{-0,73129t} .$$

Определим значение константы C . По условию задачи надо учесть данные по спросу за последний год (задача Коши для дифференциальных уравнений). Имеем $p(8) = 60$. Поэтому находим C из уравнения:

$$60 = 54,71919 + Ce^{-0,73129 \cdot 8} .$$

Округляя до 4-го знака, получим $C = 1834,2657$.

Следовательно, динамическая модель цены имеет окончательный вид:

$$p(t) = 54,71919 + 1834,2657 \cdot e^{-0,73129t}.$$

График этой кривой помещён на рис. 3.20. Кроме динамической модели на чертеже изображена горизонтальная асимптота [47; 70]:

$$p = \bar{p},$$

к которой по истечению времени неограниченно приближается траектория модели (рис. 3.20).

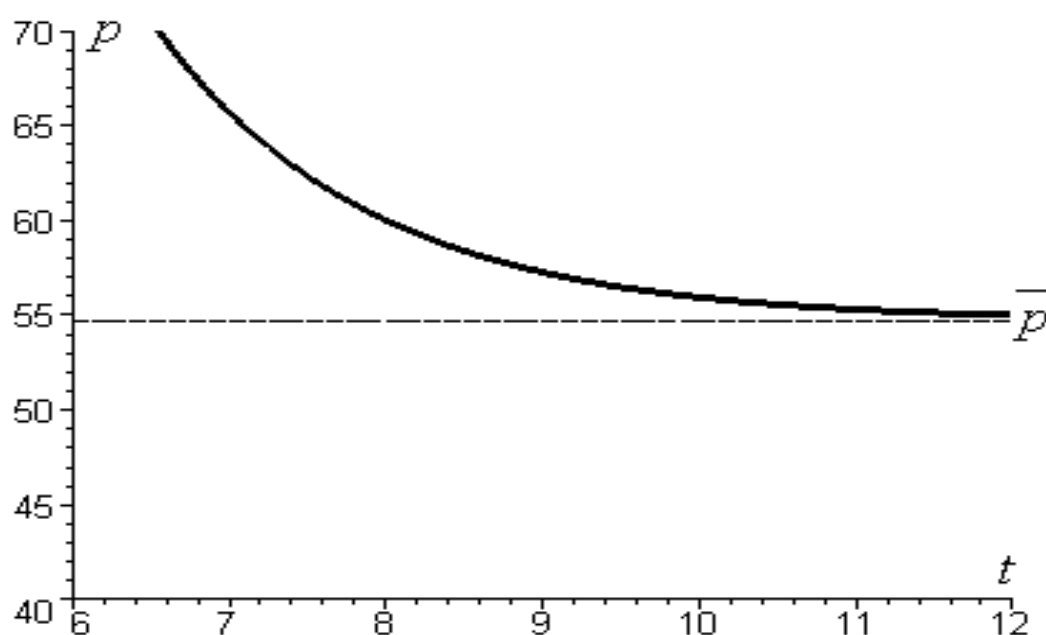


Рис. 3.20 – Асимптота и динамическая модель цены [47]

Пример 3.4 выполнен.

Аппарат стохастических методов, используемых при решении оптимизационных задач прикладной экономики, обширен. В данной главе не ставилась цель показать всё его многообразие. Были продемонстрированы основные приёмы стохастических методик, основанные на инструментах теории вероятностей, математической статистики и смежных дисциплин.

Вопросы и задания

1. Какие прикладные экономические задачи решают методами теории игр?
2. Опишите понятия игры, игрока, платёжной функции и платёжной матрицы.

3. Сформулируйте матричную игру двух лиц с нулевой суммой, дав игре математическое обоснование.

4. Что называют оптимальной стратегией игрока и ценой игры? Что значит решить игру в чистых стратегиях?

5. Сформулируйте понятие нижней чистой цены игры (максимина).

6. Каким образом определяется верхняя чистая цена игры (минимакс)?

7. Что называют предпочтительными стратегиями игроков?

8. Сформулируйте теорему о максимине и минимаксе.

9. Опишите понятия седловой точки, чистой цены игры и чистых оптимальных стратегий.

10. Производители смартфонов А и Б стараются вытеснить друг друга с рынка. Первый производит «старые» товары – три модели. Вторым производит «новые» товары – две модели на основе нанотехнологий.

При выходе на рынок 1-й модели производителя Б объём продаж 1-й модели производителя А снизился до 80% (составил 0,8 от поступивших в продажу), для 2-й модели производителя А – составил 0,7 и т.д. (табл. 3.18).

Таблица 3.18

Сведения об объёмах продаж производителя А [47]

		Производитель Б	
		1-я модель	2-я модель
Производитель А	1-я модель	0,8	0,4
	2-я модель	0,7	0,6
	3-я модель	0,7	0,3

Необходимо: 1) составить платёжную матрицу; 2) методом минимакса и максимина проверить наличие чистых оптимальных стратегий игроков; 3) определить чистую цену игры, если таковая имеется.

11. Что такое «смешанные стратегии» игроков?

12. Сформулируйте теорему матричных игр фон Неймана.

13. Сформулируйте теорему о свойствах оптимальных смешанных стратегий.

14. Как прикладные задачи теории игр и статистических решений связаны с задачами линейной оптимизации?

15. Сформулируйте первую и вторую теоремы двойственности для математических моделей линейной оптимизации.

16. Аграрное предприятие (первый игрок) может посеять одну из трёх сельскохозяйственных культур ($i = 1, 2, 3$). Состояние экономической среды (стратегии второго игрока) определяется погодными условиями: 1) весна засушливая; 2) весна нормальная; 3) весна дождливая; 4) весна поздняя ($j = 1, 2, 3, 4$). Сведения о выигрышах первого игрока помещены в табл. 3.19.

Таблица 3.19

Сведения о доходах от реализации (млн. руб.) [47]

		Второй игрок (погода)			
		Весна засушливая	Весна нормальная	Весна дождливая	Весна поздняя
Первый игрок (аграрное предприятие)	1-я культура	3	5	2	6
	2-я культура	1	6	3	2
	3-я культура	6	5	6	4

Необходимо: 1) составить платёжную матрицу; 2) методом минимакса и максимина проверить наличие чистых оптимальных стратегий игроков; 3) при отсутствии чистых стратегий найти оптимальные смешанные стратегии игроков и чистую цену игры.

Как агрохолдингу следует распределить посевные площади между тремя сельскохозяйственными культурами? Каким будет гарантированный доход от реализации продукции?

При решении рекомендуется использовать возможности надстройки «Поиск решения» в **MS Excel**.

17. Опишите понятия доминирующих стратегий игроков в матричных играх.

18. Сформулируйте пример того, как наличие доминирующих стратегий позволяют снизить размерность платёжной матрицы.

19. Прикладная игра двух лиц с нулевой суммой задана матрицей:

$$A = \begin{pmatrix} 5 & 5 & 6 & 2 \\ 4 & 6 & 4 & 6 \\ 6 & 4 & 6 & 5 \\ 2 & 6 & 4 & 9 \end{pmatrix}.$$

Необходимо: 1) методом минимакса и максимина проверить наличие чистых оптимальных стратегий игроков; 2) при отсутствии чистых стратегий выявить наличие доминирующих стратегий и понизить размерность платёжной матрицы.

20. Опишите способы упрощения платёжных матриц и снижения цены игры.

21. Сформулируйте определение модели сетевого планирования и управления (МСПУ).

22. Для чего предназначены МСПУ?

23. Какие исследователи первыми разработали метод критического пути (СРМ, Critical Path Method)? Для каких целей метод был применён впервые?

24. Приведите пример простейшего сетевого проекта. Опишите его таблично и графически. Как работы проекта связаны с событиями?

25. Сформулируйте основные термины МСПУ – путь, длина пути, критический путь.

26. Как обозначают основные составляющие МСПУ?

27. Аналитическими зависимостями какого рода связаны компоненты сетевого проекта при использовании СРМ?

28. Научно-производственная компания планирует разработать проект строительства исследовательского центра. Работы, которые необходимо выполнить, их взаимосвязь и время выполнения указаны в табл. 3.20.

Необходимо с помощью СРМ разработать оптимальный календарный план проекта.

Таблица 3.20

Прикладной проект строительства [47]

Работа	Содержание работы	Предшествующие работы	Время выполнения, недели
<i>A</i>	Найти и предварительно утвердить место строительства	–	5
<i>B</i>	Разработать схематический проект	–	7
<i>C</i>	Получить разрешение на строительство	<i>A, B</i>	11
<i>D</i>	Выбрать архитектурную организацию	<i>C</i>	3
<i>E</i>	Подготовить смету затрат на строительство	<i>C</i>	5
<i>F</i>	Разработать окончательный проект строительства	<i>D, E</i>	14
<i>G</i>	Получить в банке кредит на осуществление проекта	<i>E</i>	11
<i>H</i>	Найти и заключить договор с подрядчиком	<i>F, G</i>	8

Рекомендуем применить программную математическую систему «WinQSB». Воспользуйтесь модулем этой системы «PERT/СРМ» (файл PERT-СРМ.EXE).

29. Какое количество работ находится на критическом пути проекта из задания № 28?

30. Через какое минимальное время после принятия решения о реализации проекта можно начать работу по строительству исследовательского центра в задании № 28?

31. На какое количество недель в задании № 28 можно отложить выбор архитектурной организации?

32. Чему равно в задании № 28 наиболее позднее время завершения работы по получению в банке кредита?

33. Сформулируйте суть метода анализа и оценки программ (PERT, Program Evaluation and Review Technique). Где метод был применён впервые?

34. Как PERT связан с вероятностными сетевыми моделями? В чём отличие вероятностных и детерминированных сетевых проектов?

35. Оценки, каких трёх показателей используются в PERT?

36. Сформулируйте бета-распределение вероятностей. Как оцениваются математическое ожидание, дисперсия и среднее квадратическое отклонение времени выполнения работы в PERT?

37. Каким образом определяют математическое ожидание и дисперсию времени выполнения всего проекта в PERT? Как этот факт связан с центральной предельной теоремой теории вероятностей А.М. Ляпунова?

38. Запишите формулу оценки вероятности того, что время выполнения проекта не превысит заданный срок.

39. Внесём изменения в задание № 28. Пусть сроки выполнения работ можно определить только приблизительно (табл. 3.21).

Таблица 3.21

Информация для вероятностного сетевого проекта [47]

Работа	Предшествующие работы	Оптимистическое время выполнения, недели	Наиболее вероятное время, недели	Пессимистическое время выполнения, недели
<i>A</i>	–	3	5	8
<i>B</i>	–	4	7	11
<i>C</i>	<i>A, B</i>	6	11	14
<i>D</i>	<i>C</i>	1	3	5
<i>E</i>	<i>C</i>	2	5	7
<i>F</i>	<i>D, E</i>	11	14	18
<i>G</i>	<i>E</i>	9	11	15
<i>H</i>	<i>F, G</i>	6	8	12

Термин «время выполнения» из табл. 3.20 заменён стохастическим термином «наиболее вероятное время» $t_{(i,j)}$. Кроме этого, в новую табл. 3.21 помещена информация об оптимистическом ($a_{(i,j)}$) и пессимистическом ($b_{(i,j)}$) сроках выполнения работ.

Необходимо с помощью метода PERT разработать оптимальный календарный план проекта.

Рекомендуем применить программную математическую систему «WinQSB». Воспользуйтесь модулем этой системы «PERT/CPM» (файл PERT-CPM.EXE).

40. Чему равно среднее время выполнения проекта $M[T]$ недель?
41. Оцените вероятность того, что время выполнения проекта T не превысит срок $M[T]$, а именно $P\{T \leq M[T]\}$.
42. Расскажите о сетевых моделях, учитывающих затраты.
43. Для чего предназначен метод анализа затрат PERT/COST?
44. Сформулируйте математическую модель линейной оптимизации по методу PERT/COST.
45. Кроме новой информации, табл. 3.22 содержит данные о работах, непосредственно предшествующих работам и нормальной продолжительности выполнения работ $\tau_{(i,j)}$ в неделях, в чём совпадает с табл. 3.20.

Таблица 3.22

Сведения для расчёта проекта строительства по методу PERT/COST [47]

Работа	Предшествующие работы	Норм. время выполнения, недели	Макс. сокращ. время выполнения	Затраты при норм. времени, млн. руб.	Затраты при макс. сокращ. времени
<i>A</i>	–	5	2	0,1	0,2
<i>B</i>	–	7	6	0,2	0,3
<i>C</i>	<i>A, B</i>	11	9	0,5	0,7
<i>D</i>	<i>C</i>	3	3	0,1	0,1
<i>E</i>	<i>C</i>	5	5	0,2	0,2
<i>F</i>	<i>D, E</i>	14	12	0,8	1,1
<i>G</i>	<i>E</i>	11	9	0,2	0,3
<i>H</i>	<i>F, G</i>	8	8	0,2	0,2

Требуется, используя метод анализа затрат PERT/COST, составить оптимальный календарный план и смету проекта.

Рекомендуем применить программную математическую систему «WinQSB». Воспользуйтесь модулем этой системы «PERT/CPM» (файл PERT-CPM.EXE).

46. Какова общая длительность проекта из задания № 45? Назовите общую стоимость проекта и стоимость работ, находящихся на критическом пути.

47. Какова общая длительность проекта из задания № 45 при максимально сокращённом времени, общая стоимость проекта и стоимость работ, находящихся на критическом пути?

48. Сформулируйте динамическую модель взаимодействия спроса и предложения. Какой учёный предложил эту модель?

49. Запишите дифференциальное уравнение Самуэльсона-Эванса.

50. Как записывается уравнение Самуэльсона-Эванса, если спрос и предложение заданы линейными моделями? Как записывается общее решение данного уравнения?

51. Приведите формулу вычисления равновесной цены.

52. Проиллюстрируйте графически частные решения уравнения Самуэльсона-Эванса.

53. Предприятие в течение десяти лет выпускает газовые котлы для обогрева помещений. Данные представлены в виде табл. 3.23 и 3.24. Цена p указана в тыс. руб, количество q – в тыс. шт.

Таблица 3.23

Информация о спросе [47]

Год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество	30	28	25	24	22	21	19	18	15	12
Цена	35	36	37	39	40	41	43	44	46	47

Таблица 3.24

Данные о предложении [47]

Год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество	10	14	17	19	22	23	25	26	28	30
Цена	35	36	37	39	40	41	43	44	46	47

Необходимо: 1) найти линейные модели для спроса $d(p) = a - bp$ и предложения $s(p) = -m + np$; 2) определить точку равновесия моделей спроса и предложения; 3) записать динамическую модель цены, учитывая данные по спросу за последний год.

Рекомендуем для вычисления параметров регрессионных моделей воспользоваться функциями **MS Excel**.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подведём итоги, завершая изложение основного материала учебного пособия.

Получили дальнейшее развитие теоретико-методологический и концептуальный базис, научно-методические положения и практические рекомендации по управлению социально-экономическими системами, процессами или явлениями на основе прикладных методов и моделей. Повышая эффективность управления данными системами, достигается поставленная цель.

Реализованные задачи базируются на результатах прикладного характера, проиллюстрированных практическими примерами из учебного пособия. Имеет смысл наметить перспективы дальнейших учебно-методических разработок.

Теоретические постулаты прикладной экономики предполагают пространственную организацию распределения ресурсов с большей продуктивности. Сбалансированность национального хозяйства требует комплексного решения задач экономического районирования.

Факторы цифровой трансформации, технологического развития, импортозамещения, реализации человеческого капитала и повышения производительности труда свидетельствуют о масштабности очерченной проблематики и приводят к экономико-математическому моделированию. Адаптация к прикладным нуждам региональной и отраслевой экономики актуализирует математические методы теории случайных процессов.

Необходима оценка роли отдельных регионов и отраслей соразмерно их вкладу в экономику России. В свою очередь прикладной анализ результатов мониторинга региональной экономической динамики опирается на соответствующий аппарат математических методик.

Регрессионные модели прикладной экономики задействованы при оценке уровня развития инфраструктуры регионов. Процесс эволюции хозяйственной специализации анализируется путём объединения эконометрических и географических подходов прикладного характера.

Исследуется эколого-экономическая устойчивость аграрного сектора регионов на основе прикладного анализа субъектов хозяйствования всех форм собственности. Отслеживание информации по сельхозпродукции и выработка ключевых нормативных решений приводит к выводам о факторах устойчивости производственных систем регионального уровня, симбиозу инжиниринговых и математических методов прикладной направленности.

Интересно было бы оценить региональную социально-экономическую дифференциацию в контексте формирования хозяйственных комплексов «зелёного» типа с высокими экологическими стандартами. С позиций прикладной экономики эффективность возобновляемых источников солнечной и ветряной энергии имеет эмпирическую положи-

тельную корреляцию с количественными характеристиками технических инноваций, государственной индустриальной политики, инновационного развития региона и образованности населения, а с показателями степени урбанизации – отрицательную. Такие выводы являются сугубо прикладными и могут служить основанием к сглаживанию диспропорций между региональными хозяйственными системами.

Выделяя нерешённые проблемы в сфере прикладной экономики, отметим перспективность:

- анализа условия формирования ресурсной базы неоиндустриализации территориальных единиц;

- экспертного оценивания эффективности организационных мероприятий по формированию кластеров, объединяющих промышленное производство и добычу полезных ископаемых;

- коррекции государственных целевых программ инвестирования энергетического сектора регионов России в контексте единства пространства территориальных экономик и локализации профильных рынков.

В соответствии с целеполаганием учебного пособия были поставлены и решены в запланированном объёме теоретические, научно-методические и практические задачи. Результаты могут быть применены в сфере экономической деятельности субъектов хозяйствования на национальных и мировых рынках. Прикладной инструментарий управления распространён на макро-, мезо- и микроуровни современных экономических отношений.

Авторы надеются, что предлагаемое учебное пособие внесёт свой вклад в дело подготовки студента, способного формулировать задачи прикладной экономики и решать их с помощью современных методов и моделей. Замечания, предложения, рекомендации, советы по улучшению изложенного учебного материала следует направлять на электронную почту кафедры математики и математических методов в экономике Донецкого государственного университета: kf.math_economic@donnu.ru.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полшков Ю.Н. Адаптационные возможности математических методов и моделей в задачах прикладной экономики регионов и отраслей промышленности [Текст] / Ю.Н. Полшков // Донецкие чтения 2024: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы IX Международной научной конференции (Донецк, 15-17 октября 2024 г.). – Том 5: Экономические науки. Часть 2 / под общей редакцией проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонГУ, 2024. – С. 142-144.
2. Полшков Ю.Н. Аналитический инструментарий оценивания эффективности управления развитием бизнес-процессов в машиностроительной отрасли промышленности / Ю.Н. Полшков, А.И. Маевский // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2024. – № 3. – С. 70-79. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14284718>.
3. Полшков Ю.Н. Государственное управление промышленной политикой: институты развития, трудовые ресурсы, моделирование / Ю.Н. Полшков // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2020. – № 4. – С. 237-244.
4. Полшков Ю.Н. Государственное управление судостроительной отраслью России: институциональный и социально-трудовой аспекты / Ю.Н. Полшков // Актуальные проблемы государственного и муниципального управления: теоретико-методологические и прикладные аспекты: Материалы Международного круглого стола (Донецк, 24 мая 2022 г.) / под общей редакцией д-ра физ.-мат. наук, проф. С. В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2022. – С. 128-130.
5. Полшков Ю.Н. Детерминированные и стохастические модели финансовой математики: теория и практика: учебное пособие / Ю.Н. Полшков. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – 107 с.
6. Полшков Ю.Н. Детерминированные и стохастические модели финансовой математики: учебно-методическое пособие / Ю.Н. Полшков, Т.Н. Загурская. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – 108 с.
7. Полшков Ю.Н. Диагностическая оценка уровня развития бизнес-процессов в отечественном машиностроении: теоретические аспекты и методические инструменты управления / Ю.Н. Полшков, А.И. Маевский // Финансовый менеджмент. – 2025. – № 11. – С. 218-228.
8. Полшков Ю.Н. Дискретное и системно-динамическое моделирование: прикладные аспекты: учебно-методическое пособие / Ю.Н. Полшков, А.В. Пелашенко. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – 109 с.
9. Полшков Ю.Н. Дискретное и системно-динамическое моделирование: учебное пособие / Ю.Н. Полшков, А.В. Пелашенко. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – 102 с.
10. Полшков Ю.Н. Инструменты поддержки принятия управленческих решений на основе прогнозного моделирования в механизмах социальной защиты населения территориального образования / Ю.Н. Полш-

ков // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2019. – № 3. – С. 168-180.

11. Полшков Ю.Н. Интеграционное экономическое стратегирование национального и регионального уровней: фундаментальные и прикладные аспекты управления трудом и капиталом / Ю.Н. Полшков // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2022. – № 3. – С. 177-185.

12. Полшков Ю.Н. Линейная алгебра: теория и практика: учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования укрупнённой группы специальностей и направлений подготовки 38.00.00 Экономика и управление / Ю.Н. Полшков, А.В. Пелашенко, Т.Н. Загурская. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2021. – 100 с.

13. Полшков Ю.Н. Линейная алгебра: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования укрупнённой группы профессий, специальностей и направлений подготовки 38.00.00 Экономика и управление / Ю.Н. Полшков, А.В. Пелашенко, Т.Н. Загурская. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2020. – 144 с.

14. Полшков Ю.Н. Математика (линейная алгебра, математический анализ, теория вероятностей и математическая статистика): учебное пособие для студентов, обучающихся по программе высшего образования специальности 38.05.02 Таможенное дело / Ю.Н. Полшков, Л.А. Гладкова, А.В. Пелашенко. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2021. – 387 с.

15. Полшков Ю.Н. Математические модели экономической безопасности: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования направлений подготовки и специальностей 38.00.00 Экономика и управление / Ю.Н. Полшков. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2021. – 268 с.

16. Полшков Ю.Н. Математическое моделирование процессов экономической интеграции: оценка неоиндустриального потенциала региона, диагностика уровня развития человеческого капитала отраслей, анализ эффективности стратегий управления промышленным комплексом / Ю.Н. Полшков, А.В. Пелашенко // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2022. – № 4. – С. 114-226.

17. Полшков Ю.Н. Менеджмент инноваций в экономике промышленности региона с учётом оценки финансовой продуктивности человеческого капитала / Ю.Н. Полшков // Финансовый менеджмент. – 2023. – № 2-2. – С. 133-143. <https://doi.org/10.25806/fm2-22023133-143>.

18. Полшков Ю.Н. Методические инструменты оценки эффективности управления развитием бизнес-процессов в промышленном и потребительском машиностроении / Ю.Н. Полшков, А.И. Маевский // Финансовый менеджмент. – 2025. – № 9. – С. 223-232.

19. Полшков Ю.Н. Методологические особенности анализа инновационной деятельности в экономических и социально-трудовых системах

/ Ю.Н. Полшков // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2021. – № 3. – С. 265-272.

20. Полшков Ю.Н. Методология математического моделирования в сфере обеспечения экономической безопасности / Ю.Н. Полшков // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2020. – № 3. – С. 174-183.

21. Полшков Ю.Н. Методы оптимальных решений в задачах экономики и управления: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования укрупнённой группы специальностей и направлений подготовки 38.00.00 Экономика и управление / Ю.Н. Полшков, А.В. Пелашенко, А.В. Бабий. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2022. – 197 с.

22. Полшков Ю.Н. Методы оптимальных решений: практикум по решению экономических и управленческих задач: учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования укрупнённой группы специальностей и направлений подготовки 38.00.00 Экономика и управление / Ю.Н. Полшков, А.В. Пелашенко. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2023. – 162 с.

23. Полшков Ю.Н. Методы принятия решений: учебное пособие / Ю.Н. Полшков. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – 147 с.

24. Полшков Ю.Н. Методы принятия решений: учебно-методическое пособие / Ю.Н. Полшков. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – 83 с.

25. Полшков Ю.Н. Моделирование пространственного распределения инвестиционных ресурсов в управлении экономикой региона с особым статусом / Ю.Н. Полшков, А.В. Пелашенко // Вестник Института экономических исследований. – 2019. – № 2(14). – С. 20-27.

26. Полшков Ю.Н. Моделирование рисков инструментами многомерного эконометрического анализа, финансовой и актуарной математики в прикладных методиках принятия экономических и управленческих решений / Ю.Н. Полшков // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2019. – № 1. – С. 149-162.

27. Полшков Ю.Н. Моделирование экономической безопасности: методики аналитических и компьютерных расчётов: учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования направлений подготовки и специальностей 38.00.00 Экономика и управление / Ю.Н. Полшков, А.В. Пелашенко. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2020. – 115 с.

28. Полшков Ю.Н. Направления инновационной политики судостроительной отрасли России в контексте развития экономики северных регионов [Электронный ресурс] / Ю.Н. Полшков // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. –

2022. – Т. 2. – Вып. 2. – С. 213-226. – Режим доступа: <https://doi.org/10.34130/2070-4992-2022-2-2-213>.

29. Полшков Ю.Н. Научно-методический подход к управлению развитием бизнес-процессов в машиностроительной отрасли промышленности: региональная дифференциация, экономические риски / Ю.Н. Полшков, А.И. Маевский // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2025. – № 2. – С. 75-86. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17045822>.

30. Полшков Ю.Н. Нормативно-правовые основы цифровой трансформации индустриально-технологического развития экономики региона в условиях рискованной бизнес-среды / Ю.Н. Полшков, Л.И. Колесник, И.И. Лисянская // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2023. – № 2. – С. 153-163.

31. Полшков Ю.Н. О вкладе математика Б.В. Бондарева в экономическую науку / Ю.Н. Полшков // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2025. – № 1. – С. 113-114.

32. Полшков Ю.Н. О границах применимости математических методов в задачах прикладной экономики: региональное и отраслевое прогнозирование, моделирование промышленного развития / Ю.Н. Полшков, А.В. Пелашенко // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2023. – № 4. – С. 204-216.

33. Полшков Ю.Н. О прикладных моделях экономической динамики при управлении хозяйственным комплексом региона / Ю.Н. Полшков // Актуальные вопросы экономики и управления: теоретические и прикладные аспекты: материалы Пятой международной научно-практической конференции, г. Горловка, 20 марта 2020 г.: В 3-х ч. Ч. 1 / отв. ред. Е. П. Мельникова, Е. Ю. Руднева, О. Л. Дариенко / Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ». – Горловка: АДИ ДОННТУ, 2020. – С. 23-31.

34. Полшков Ю.Н. О проведении Международного научно-практического интернет-семинара «Актуальные проблемы прикладного математического моделирования экономической деятельности и процессов управления региональным развитием», посвящённого 50-летию основания кафедры математики и математических методов в экономике Донецкого государственного университета / Ю.Н. Полшков // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2024. – № 4. – С. 218-221.

35. Полшков Ю.Н. О стратегическом планировании развития экономики СССР во время Великой Отечественной войны / Ю.Н. Полшков, Л.Н. Полшкова // Историческая память о Великой Победе как основа духовного единства Донбасса и России (в рамках празднования 75-летия Великой Победы): Материалы Международной научно-практической конференции (Донецк, 1 декабря 2020 г.) / под общей редакцией проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2020. – С. 200-202.

36. Полшков Ю.Н. Об особенностях анализа физико-географических факторов устойчивого развития макрорегиона / Ю.Н. Полшков // Географические и экономические исследования в контексте устойчивого развития государства и региона: Материалы международной научно-практической конференции (Донецк, 31 октября – 1 ноября 2019 г.) / под общей редакцией Е. Г. Кошелевой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – С. 35-37.

37. Полшков Ю.Н. Оптимизационная модель управления стратегическими запасами региона с особым статусом / Ю.Н. Полшков // Проблемы экономического роста и устойчивого развития территорий: материалы III международной науч.-практ. интернет-конференции, г. Вологда, 16-18 мая 2018 г.: в 2 ч. Часть I. – Вологда: ФГБУН ВолНЦ РАН, 2019. – С. 297-300.

38. Полшков Ю.Н. Организация производства и управление развитием бизнес-процессов на предприятиях машиностроительной отрасли: прикладное моделирование и его практическое применение / Ю.Н. Полшков, А.И. Маевский // Финансовый менеджмент. – 2025. – № 10. – С. 220-230.

39. Полшков Ю.Н. Оценивание уровня инновационного развития хозяйственного комплекса региона с помощью прикладных инструментов экономико-математического моделирования / Ю.Н. Полшков // Россия: тенденции и перспективы развития. Ежегодник. – М.: ИНИОН РАН, 2020. – Ч. 1. – С. 745-749.

40. Полшков Ю.Н. Оценка и реализация потенциала развития отрасли туризма в экономике российских регионов / Ю.Н. Полшков // Вестник Сургутского государственного университета. – 2024. – Т. 12, № 3: Экономические науки. Юридические науки. – С. 64-72. <https://doi.org/10.35266/2949-3455-2024-3-6>.

41. Полшков Ю.Н. Оценка инновационного потенциала экономических и социально-трудовых систем в контексте формирования регионального человеческого капитала / Ю.Н. Полшков // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2021. – № 2. – С. 143-150.

42. Полшков Ю.Н. Оценка качественных характеристик трудовых ресурсов региона: линейно-алгебраический подход / Ю.Н. Полшков // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2018. – № 1. – С. 176-182.

43. Полшков Ю.Н. Оценка рисков социально-экономического развития региона с помощью методов линейной регрессии / Ю.Н. Полшков // Донецкие чтения 2018: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы III Международной научной конференции (Донецк, 25 октября 2018 г.). – Том 3. Экономические науки. Ч. 1. Актуальные научные исследования: экономика, управление, инновации / под

общей редакцией проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – С. 215-217.

44. Полшков Ю.Н. Оценка эффективности реализации промышленной политики в контексте устойчивого развития экономики города / Ю.Н. Полшков // Вестник Института экономических исследований. – 2023. – № 2(30). – С. 130-145.

45. Полшков Ю.Н. Перспективы совершенствования математических методов и моделей применительно к проблемам развития экономики регионов и отраслей промышленности / Ю.Н. Полшков, И.И. Лисянская // Проблемы экономического роста и устойчивого развития территорий : материалы IX международной науч.-практ. интернет-конференции, г. Вологда, 13-15 мая 2024 г. – Вологда: Вологодский научный центр РАН, 2024. – С. 121-126.

46. Полшков Ю.Н. Прикладная методика оценки финансового состояния предприятий региона: инновационный и социально-трудовой аспекты / Ю.Н. Полшков // Вестник Института экономических исследований. – 2020. – № 3(19). – С. 100-109.

47. Полшков Ю.Н. Прикладная экономика: методы, модели, риски: учебное пособие / Ю. Н. Полшков. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2018. – 373 с.

48. Полшков Ю.Н. Прикладной инструментарий инновационного планирования процессов научно-технологической модернизации судостроительной промышленности Российской Федерации: оптимизация производственных фондов и управление трудом / Ю.Н. Полшков // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2022. – № 2. – С. 250-261.

49. Полшков Ю.Н. Прикладной подход к формированию системы управления промышленным развитием территориально-отраслевых хозяйственных комплексов: математическое моделирование, теория региональной экономики / Ю.Н. Полшков // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2023. – № 2. – С. 135-144.

50. Полшков Ю.Н. Прикладной экономической анализ особенностей реализации промышленной политики муниципального уровня / Ю.Н. Полшков // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2023. – № 1. – С. 135-146.

51. Полшков Ю.Н. Прикладные инструменты стратегического планирования в области повышения конкурентоспособности продукции российского судостроения: производственные фонды, экономика труда, математическое моделирование / Ю.Н. Полшков // Каспий и глобальные вызовы: материалы Международной научно-практической конференции (г. Астрахань, 23-24 мая 2022 г.) / составители: О.В. Новиченко, Е.А. Беляева, Н.Н. Бердиева, М.В. Лазько, Д.А. Черничкин, К.С. Варламова, Н.В. Купчинова. – Астрахань: Астраханский государственный университет, 2022. – С. 211-214.

52. Полшков Ю.Н. Прикладные методики оценивания индикаторов инвестиционно-инновационного развития в контексте управления хозяйственным комплексом старопромышленного региона / Ю.Н. Полшков // Теоретические и прикладные аспекты инвестиционно-инновационного развития экономических систем: монография / под общей редакцией О.Л. Некрасовой; ответственный редактор Ю.С. Воробьева. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – 332 с. (С. 203-210).

53. Полшков Ю.Н. Прикладные методы анализа, моделирования и прогнозирования в сфере экономики труда: инновации, региональные риски, проблемы управления / Ю.Н. Полшков // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2021. – № 1. – С. 179-187.

54. Полшков Ю.Н. Прикладные методы управления инновационным развитием промышленной отрасли: налоговые льготы, математическое моделирование, трудовые ресурсы / Ю.Н. Полшков // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2021. – № 4. – С. 244-252.

55. Полшков Ю.Н. Прикладные методы управления информационной безопасностью экономических субъектов в условиях глобального противостояния / Ю.Н. Полшков // Актуальные проблемы информационного противоборства в современном мире: вызовы и угрозы для России и Русского мира: Материалы Международной научно-практической конференции (Донецк, 30 октября 2019 г.) / Под общей редакцией проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – С. 147-149.

56. Полшков Ю.Н. Прикладные эконометрические методы анализа рисков при управлении хозяйственным комплексом региона и уровнем жизни его населения / Ю.Н. Полшков // Вестник Института экономических исследований. – 2019. – № 1(13). – С. 12-18.

57. Полшков Ю.Н. Прикладные экономико-математические методы прогнозирования показателей реализации промышленной политики регионального уровня / Ю.Н. Полшков // Донецкие чтения 2023: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: материалы VIII Международной научной конференции, Донецк: 25-27 октября 2023 года. Том 5: Экономические науки, Часть 2 / под общей редакцией С.В. Беспаловой; ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет». – Донецк: ДонГУ, 2023. – С. 104-106.

58. Полшков Ю.Н. Прикладные экономические аспекты управления предприятиями угледобывающей отрасли региона с элементами стохастического моделирования / Ю.Н. Полшков // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2019. – № 2. – С. 193-201.

59. Полшков Ю.Н. Проблемы государственного управления инновационной деятельностью: социально-трудовой аспект эконометрического моделирования / Ю.Н. Полшков // Актуальные проблемы государственно-

го и муниципального управления: теоретико-методологические и прикладные аспекты: Материалы Международного круглого стола (Донецк, 18 мая 2021 г.) / под общей редакцией д-ра физ.-мат. наук, проф. С. В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2021. – С. 130-132.

60. Полшков Ю.Н. Проблемы повышения эффективности управления развитием бизнес-процессов в машиностроительной отрасли: промышленно-технологическое стратегирование экономики / Ю.Н. Полшков, А.И. Маевский // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2024. – № 4. – С. 126-134. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14554185>.

61. Полшков Ю.Н. Проблемы управления бизнес-процессами в машиностроительной отрасли промышленности / Ю.Н. Полшков, А.В. Бабий // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2020. – № 1. – С. 137-147.

62. Полшков Ю.Н. Проблемы управления бизнес-процессами в машиностроительном комплексе России: технологический суверенитет, конкурентоспособность экономики промышленности / Ю.Н. Полшков, А.И. Маевский // Технологический суверенитет машиностроительного комплекса России: Материалы II Международной научно-практической конференции (Екатеринбург, 19-20 сентября 2024 г.). / Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГАОБУВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина». – Москва: Первое экономическое издательство, 2024. – С. 44-48. <https://doi.org/10.18334/9785912925337.44-48>.

63. Полшков Ю.Н. Проблемы управления экономикой северных регионов России: географические особенности, отраслевые аспекты, трудовой потенциал / Ю.Н. Полшков // Географические и экономические исследования в контексте устойчивого развития государства и региона: Материалы IV Международной научно-практической конференции в 2-х томах (Донецк, 10-11 ноября 2022 г.) / под общей редакцией Е. Г. Кошелевой. – Донецк: Изд-во ДОННУ, 2022. – Т. 2. – С. 176-178.

64. Полшков Ю.Н. Пути повышения эффективности реализации промышленной политики в системе муниципального управления / Ю.Н. Полшков // Управленческий учёт. – 2023. – № 9. – С. 261-269. <https://doi.org/10.25806/uu92023261-269>.

65. Полшков Ю.Н. Развитие методов оценивания эффективности управления прибылью предприятия: вероятностно-статистический подход / Ю.Н. Полшков // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2020. – № 2. – С. 204-212.

66. Полшков Ю.Н. Развитие теоретико-методологических положений управления экономической безопасностью субъектов хозяйствования / Ю.Н. Полшков // Управление экономической безопасностью: монография / под общей редакцией В.В. Красновой. – Донецк: ГОУ ВПО «ДонНУ», 2019. – 221 с. (С. 22-40).

67. Полшков Ю.Н. Риски формирования региональных стратегий интеграции хозяйственного комплекса Русского Донбасса в экономику России: теоретические основы и прикладные аспекты / Ю.Н. Полшков // Региональный экономический журнал. – 2022. – № 2 (33). – С. 55-63.

68. Полшков Ю.Н. Роль и место экономики знаний при формировании системы управления развитием бизнес-процессов в машиностроительной отрасли промышленности / Ю.Н. Полшков, А.И. Маевский // Экономика знаний: теория, практика, перспективы развития: сб. материалов II Международной научно-практической конференции, посвященной 300-летию Российской академии наук и 55-летию юбилею Института. – Донецк: ГБУ «Институт экономических исследований», 2024. – С. 352-359.

69. Полшков Ю.Н. Совершенствование диагностических процедур риск-менеджмента в хозяйственном комплексе и социально-трудовой сфере территориального образования на основе прикладного регрессионного моделирования / Ю.Н. Полшков // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2018. – № 2. – С. 177-184.

70. Полшков Ю.Н. Совершенствование инструментов муниципального контроля в системе управления развитием экономики промышленности города / Ю.Н. Полшков // Теория и практика общественного развития. – 2023. – № 8. – С. 122-127. <https://doi.org/10.24158/tipor.2023.8.14>.

71. Полшков Ю.Н. Совершенствование инструментов управления экспортным потенциалом промышленной отрасли: производственный и трудовой аспекты / Ю.Н. Полшков // Пути повышения эффективности управленческой деятельности органов государственной власти в контексте социально-экономического развития территорий: материалы VI Международной науч.-практ. конф. к 30-летию ГОУ ВПО «ДОНАУИГС» (Донецк, 2-3 июня, 2022 г.). Секция 2. Повышение качества менеджмента и маркетинга в производственных и социальных системах / ГОУ ВПО «ДОНАУИГС». – Донецк: ДОНАУИГС, 2022. – С. 129-130.

72. Полшков Ю.Н. Совершенствование методик стохастического моделирования в сфере управления инвестиционно-инновационным развитием постконфликтных территорий / Ю.Н. Полшков // Актуальные вопросы управления социально-экономическими системами на постконфликтных территориях: монография / под общ. ред. А.В. Половяна. – Донецк: ДонНУ, 2019. – 233 с. (С. 178-191, 229-231). – ISBN 978-5-6043145-2-4.

73. Полшков Ю.Н. Совершенствование методик управления инновационным развитием машиностроения на основе математического моделирования в сфере экономики труда [Текст] / Ю.Н. Полшков // Инновационные перспективы Донбасса: материалы 8-й Международной научно-практической конференции (Донецк, 24-25 мая 2022 г.). – Том 5: Актуальные проблемы инновационного развития экономики Донбасса. – Донецк: Изд-во ДонНТУ, 2022. – С. 187-190.

74. Полшков Ю.Н. Совершенствование прикладных методов математического моделирования в сфере управления развитием территори-

альных хозяйственных комплексов: экономика труда, оптимизация капиталовложений / Ю.Н. Полшков // Проблемы экономического роста и устойчивого развития территорий: материалы VII международной науч.-практ. интернет-конференции, г. Вологда, 11-13 мая 2022 г. – Вологда: Вологодский научный центр РАН, 2022. – С. 250-252.

75. Полшков Ю.Н. Состояние и перспективы развития предприятий машиностроительного комплекса Донецкой Народной Республики / Ю.Н. Полшков, А.В. Бабий // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2018. – № 4. – С. 149-158.

76. Полшков Ю.Н. Становление парадигмы промышленного развития региона: прикладные экономические аспекты публичного менеджмента / Ю.Н. Полшков // Географические и экономические исследования в контексте устойчивого развития государства и региона: Материалы V Международной научно-практической конференции в 2-х томах (Донецк, 09-10 ноября 2023 г.) / под общ. ред. Е.Г. Кошелевой. – Донецк: Изд-во ДонГУ, 2023. – Т.1. – С. 200-202.

77. Полшков Ю.Н. Стохастическая методика оценки показателей инвестиционно-инновационного развития в системе управления экономикой региона / Ю.Н. Полшков // Вестник Института экономических исследований. – 2018. – № 3(11). – С. 88-96.

78. Полшков Ю.Н. Стратегическое планирование процессов инновационного развития военного судостроения России: эффективность труда, экспортный потенциал / Ю.Н. Полшков // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2022. – № 1. – С. 244-254.

79. Полшков Ю.Н. Теоретико-методологические и экономико-аналитические аспекты управления системой социальной защиты населения региона / Ю.Н. Полшков // Вестник Института экономических исследований. – 2019. – № 4(16). – С. 57-64.

80. Полшков Ю.Н. Теоретические основы реализации экономической политики муниципального уровня: критерии эффективности, инструменты мониторинга, концептуализация промышленного развития / Ю.Н. Полшков // Региональный экономический журнал. – 2023. – № 2 (35). – С. 5-15.

81. Полшков Ю.Н. Теоретические основы управления развитием бизнес-процессов в экономике промышленности: регионально-отраслевые методы прогнозирования, прикладное математическое моделирование / Ю.Н. Полшков, А.И. Маевский // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2023. – № 3. – С. 195-205.

82. Полшков Ю.Н. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования укрупнённой группы специальностей и направлений подготовки 38.00.00 Экономика и управление / Ю.Н. Полшков, Л.А. Гладкова, А.В. Пелашенко. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2020. – 224 с.

83. Полшков Ю.Н. Теория вероятностей и математическая статистика: учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования укрупнённой группы специальностей и направлений подготовки 38.00.00 Экономика и управление / Ю.Н. Полшков, Л.А. Гладкова, А.В. Пелашенко. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2021. – 150 с.

84. Полшков Ю.Н. Теория и методология оценивания уровня рисков в региональной и отраслевой экономике / Ю.Н. Полшков // Вестник Сургутского государственного университета. – 2023. – Т. 11, № 2: Экономические науки. Юридические науки. – С. 61-71. DOI 10.35266/2312-3419-2023-2-61-71.

85. Полшков Ю.Н. Управление бизнес-процессами и бизнес-планированием угледобывающей и углепотребляющих отраслей промышленности региона с использованием прикладных экономико-математических методов / Ю.Н. Полшков // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2019. – № 4. – С. 206-213.

86. Полшков Ю.Н. Управление инновационным развитием региона на основе прикладных индикативных подходов / Ю.Н. Полшков // Конкурентоспособность предприятия, региона, национальной экономики на международных рынках в контексте инвестиционно-инновационного развития: сборник научных трудов / под общей ред. Е.С. Шилец. – Донецк: Издательство ООО «НПП «Фолиант», 2020. – С. 232-240.

87. Полшков Ю.Н. Управление инновациями в экономике региона с особым статусом на основе пространственного распределения инвестиционных ресурсов / Ю.Н. Полшков, А.В. Пелашенко // Устойчивое развитие науки и образования. – 2019. – № 7. – С. 11-16.

88. Полшков Ю.Н. Управление предприятиями региона на основе прикладных подходов: инновации, труд, инвестиции, экономико-математическое моделирование / Ю.Н. Полшков // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2018. – № 3. – С. 227-234.

89. Полшков Ю.Н. Управление производственными процессами на угледобывающих предприятиях региона с помощью методов прикладной экономики и математического моделирования / Ю.Н. Полшков // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы IV Международной научной конференции (Донецк, 31 октября 2019 г.). – Том 3: Экономические науки. Часть 2 / под общей редакцией проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – С. 20-23.

90. Полшков Ю.Н. Управление промышленным развитием городских территорий: муниципальный контроль, региональная и отраслевая экономическая аспектизация / Ю.Н. Полшков // Управленческий учёт. – 2023. – № 11. – С. 137-144. <https://doi.org/10.25806/uu112023137-144>.

91. Полшков Ю.Н. Управление промышленным развитием экономики региона в условиях цифровизации бизнес-процессов / Ю.Н. Полшков // Управление бизнесом в цифровой экономике: монография / О.Л. Некрасова, Ю.Н. Полшков, А.В. Половян, Л.И. Дмитриченко [и др.]; под общей редакцией О.Л. Некрасовой; Донецкий государственный университет, Экономический факультет, Кафедра международного бизнеса и делового администрирования. – Издательство «Перо», Москва, 2023. – 266 с. (С. 100-105, 247-248). – ISBN 978-5-00218-894-9.

92. Полшков Ю.Н. Управление процессами региональной экономики на основе прикладного стохастического моделирования: промышленное развитие, ресурсообеспечение, эффективность человеческого капитала / Ю.Н. Полшков // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. – 2025. – № 1. – С. 76-86. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15741572>.

93. Полшков Ю.Н. Управление устойчивым развитием промышленных отраслей в контексте обеспечения технологического обновления экономик регионов Российской Федерации / Ю.Н. Полшков, Д.В. Ибрагимхалилова // Финансовый менеджмент. – 2024. – № 5. – С. 52-64. <https://doi.org/10.25806/fm-5-2024-52-64>.

94. Полшков Ю.Н. Формирование концепции управления экономикой и социальной сферой города с учётом прогнозирования уровня промышленного развития / Ю.Н. Полшков // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. – 2023. – № 4. – С. 76-89. <https://doi.org/10.17308/econ.2023.4/11660>.

95. Полшков Ю.Н. Формирование стратегии управления инвестиционно-инновационной деятельностью на региональном уровне / Ю.Н. Полшков // Актуальные вопросы экономики и управления: теоретические и прикладные аспекты: материалы VI Международной научно-практической конференции, г. Горловка, 19 марта 2021 г.: В 2-х ч. Ч. 2 / отв. ред. Е. П. Мельникова, Е. Ю. Руднева, О. Л. Дариенко / Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДОННТУ». – Горловка: АДИ ДОННТУ, 2021. – С. 9-16.

96. Полшков Ю.Н. Экологические аспекты формирования моделей управления экономическими рисками [Текст] / Ю.Н. Полшков // Императивы экологической культуры в современном цивилизационном развитии: материалы Международной конференции / отв. ред. С.Е. Шиянов, А.П. Федоровский. – Ставрополь: АНО ВО СКСИ, 2021. – С. 148-151.

97. Полшков Ю.Н. Эконометрика (продвинутый уровень): учебно-методическое пособие / Ю.Н. Полшков, Л.А. Гладкова. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – 151 с.

98. Полшков Ю.Н. Эконометрика: практика решения задач: учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования укрупнённой группы специальностей и направлений

подготовки 38.00.00 Экономика и управление / Ю.Н. Полшков, Л.А. Гладкова. – Донецк: Изд-во ДонГУ, 2023. – 150 с.

99. Полшков Ю.Н. Экономико-географический подход к математическому моделированию уровня промышленного потенциала региона / Ю.Н. Полшков // Интеллектуальные ресурсы – региональному развитию. – 2023. – № 1. – С. 337-342.

100. Полшков Ю.Н. Экономико-математический инструментарий управления рисками: теория и практика: учебное пособие / Ю.Н. Полшков. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – 123 с.

101. Полшков Ю.Н. Экономико-математический инструментарий управления рисками: теория и практика: учебно-методическое пособие / Ю.Н. Полшков, Т.Н. Загурская. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – 90 с.

102. Полшков Ю.Н. Экономико-математический инструментарий управления рисками: теоретические основы и прикладные аспекты. Учебное пособие / Ю.Н. Полшков, Л.И. Колесник, А.В. Пелашенко. – Донецк: Изд-во ДонГУ, 2024. – 142 с.

103. Теоретико-методологические основы и прикладные аспекты математического моделирования экономической деятельности и процессов управления регионально-отраслевым развитием: монография / Ю.Н. Полшков, А.В. Половян, М.Ю. Терентьева и др.; под общей редакцией Ю.Н. Полшкова; ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет». – Курск: Изд-во ЗАО «Университетская книга», 2025. – 392 с. – ISBN 978-5-00261-168-3.

104. Эконометрика (базовый и продвинутой уровни): учебное пособие / Ю.Н. Полшков, Л.А. Гладкова, О.Г. Кривенчук, А.В. Пелашенко; под общ. ред. Ю.Н. Полшкова. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – 223 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Значения критерия Фишера при уровне значимости 0,05

$k_1 \backslash k_2$	1	2	3	4	5	6	8	12	24	∞
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	161,5	199,5	215,7	224,6	230,2	233,9	238,9	243,9	249,0	254,3
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,37	19,41	19,45	19,50
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,84	8,74	8,64	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,04	5,91	5,77	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,82	4,68	4,53	4,36
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,15	4,00	3,84	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,73	3,57	3,41	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,44	3,28	3,12	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,23	3,07	2,90	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,07	2,91	2,74	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	2,95	2,79	2,61	2,40
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,85	2,69	2,50	2,30
13	4,67	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,77	2,60	2,42	2,21
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,70	2,53	2,35	2,13
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,64	2,48	2,29	2,07
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,59	2,42	2,24	2,01
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,55	2,38	2,19	1,96
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,51	2,34	2,15	1,92
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,48	2,31	2,11	1,88
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,45	2,28	2,08	1,84
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,42	2,25	2,05	1,81
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,40	2,23	2,03	1,78
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,38	2,20	2,00	1,76
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,36	2,18	1,98	1,73
25	4,24	3,38	2,99	2,76	2,60	2,49	2,34	2,16	1,96	1,71
26	4,22	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,32	2,15	1,95	1,69
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,30	2,13	1,93	1,67
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,44	2,29	2,12	1,91	1,65
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,54	2,43	2,28	2,10	1,90	1,64
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,27	2,09	1,89	1,62
35	4,12	3,26	2,87	2,64	2,48	2,37	2,22	2,04	1,83	1,57
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,18	2,00	1,79	1,51
45	4,06	3,21	2,81	2,58	2,42	2,31	2,15	1,97	1,76	1,48
50	4,03	3,18	2,79	2,56	2,40	2,29	2,13	1,95	1,74	1,44

Продолжение приложения А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
60	4,00	3,15	2,76	2,52	2,37	2,25	2,10	1,92	1,70	1,39
70	3,98	3,13	2,74	2,50	2,35	2,23	2,07	1,89	1,67	1,35
80	3,96	3,11	2,72	2,49	2,33	2,21	2,06	1,88	1,65	1,31
90	3,95	3,10	2,71	2,47	2,32	2,20	2,04	1,86	1,64	1,28
100	3,94	3,09	2,70	2,46	2,30	2,19	2,03	1,85	1,63	1,26
125	3,92	3,07	2,68	2,44	2,29	2,17	2,01	1,83	1,60	1,21
150	3,90	3,06	2,66	2,43	2,27	2,16	2,00	1,82	1,59	1,18
200	3,89	3,04	2,65	2,42	2,26	2,14	1,98	1,80	1,57	1,14
300	3,87	3,03	2,64	2,41	2,25	2,13	1,97	1,79	1,55	1,10
400	3,86	3,02	2,63	2,40	2,24	2,12	1,96	1,78	1,54	1,07
500	3,86	3,01	2,62	2,39	2,23	2,11	1,96	1,77	1,54	1,06
1000	3,85	3,00	2,61	2,38	2,22	2,10	1,95	1,76	1,53	1,03
∞	3,84	2,99	2,60	2,37	2,21	2,09	1,94	1,75	1,52	1

Приложение Б

**Значения критерия Стьюдента при уровне значимости 0,10; 0,05; 0,01
(двусторонний)**

Число степеней свободы d.f.	α			Число степеней свободы d.f.	α		
	0,10	0,05	0,01		0,10	0,05	0,01
1	6,3138	12,706	63,657	18	1,7341	2,1009	2,8784
2	2,9200	4,3027	9,9248	19	1,7291	2,0930	2,8609
3	2,3534	3,1825	5,8409	20	1,7247	2,0860	2,8453
4	2,1318	2,7764	4,5041	21	1,7207	2,0796	2,8314
5	2,0150	2,5706	4,0321	22	1,7171	2,0739	2,8188
6	1,9432	2,4469	3,7074	23	1,7139	2,0687	2,8073
7	1,8946	2,3646	3,4995	24	1,7109	2,0639	2,7969
8	1,8595	2,3060	3,3554	25	1,7081	2,0595	2,7874
9	1,8331	2,2622	3,2498	26	1,7056	2,0555	2,7787
10	1,8125	2,2281	3,1693	27	1,7033	2,0518	2,7707
11	1,7959	2,2010	3,1058	28	1,7011	2,0484	2,7633
12	1,7823	2,1788	3,0545	29	1,6991	2,0452	2,7564
13	1,7709	2,1604	3,0123	30	1,6973	2,0423	2,7500
14	1,7613	2,1448	2,9768	40	1,6839	2,0211	2,7045
15	1,7530	2,1315	2,9467	60	1,6707	2,0003	2,6603
16	1,7459	2,1199	2,9208	120	1,6577	1,9799	2,6174
17	1,7396	2,1098	2,8982	∞	1,6449	1,9600	2,5758

Значения критерия Пирсона при уровне значимости 0,10; 0,05; 0,01

Число степеней свободы d.f.	α			Число степеней свободы d.f.	α		
	0,10	0,05	0,01		0,10	0,05	0,01
1	2,706	3,841	6,635	18	25,989	28,869	34,805
2	4,605	5,991	9,210	19	27,204	30,144	36,191
3	6,251	7,815	11,345	20	28,412	31,410	37,566
4	7,779	9,488	13,277	21	29,615	32,671	38,932
5	9,236	11,070	15,086	22	30,813	33,924	40,289
6	10,645	12,592	16,812	23	32,007	35,172	41,638
7	12,017	14,067	18,475	24	33,196	36,415	42,980
8	13,362	15,507	20,090	25	34,382	37,652	44,314
9	14,684	16,919	21,666	26	35,563	38,885	45,642
10	15,987	18,307	23,209	27	36,741	40,113	46,963
11	17,275	19,675	24,725	28	37,916	41,337	48,278
12	18,549	21,026	26,217	29	39,087	42,557	49,588
13	19,812	22,362	27,688	30	40,256	43,773	50,892
14	21,064	23,685	29,141	40	51,805	55,758	63,691
15	22,307	24,996	30,578	60	74,397	79,082	88,379
16	23,542	26,296	32,000	120	140,233	146,567	158,950
17	24,769	27,587	33,409	1000	1057,724	1074,679	1106,969

Значения статистик Дарбина-Уотсона при уровне значимости 0,05

n	$m = 1$		$m = 2$		$m = 3$		$m = 4$		$m = 5$	
	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U
6	0,61	1,40								
7	0,70	1,36	0,47	1,90						
8	0,76	1,33	0,56	1,78	0,37	2,29				
9	0,82	1,32	0,63	1,70	0,46	2,13				
10	0,88	1,32	0,70	1,64	0,53	2,02				
11	0,93	1,32	0,66	1,60	0,60	1,93				
12	0,97	1,33	0,81	1,58	0,66	1,86				
13	1,01	1,34	0,86	1,56	0,72	1,82				
14	1,05	1,35	0,91	1,55	0,77	1,78				
15	1,08	1,36	0,95	1,54	0,82	1,75	0,69	1,97	0,56	2,21
16	1,10	1,37	0,98	1,54	0,86	1,73	0,74	1,93	0,62	2,15
17	1,13	1,38	1,02	1,54	0,90	1,71	0,78	1,90	0,67	2,10
18	1,16	1,39	1,05	1,53	0,93	1,69	0,82	1,87	0,71	2,06
19	1,18	1,40	1,08	1,53	0,97	1,68	0,85	1,85	0,75	2,02
20	1,20	1,41	1,10	1,54	1,00	1,68	0,90	1,83	0,79	1,99
21	1,22	1,42	1,13	1,54	1,03	1,67	0,93	1,81	0,83	1,96
22	1,24	1,43	1,15	1,54	1,05	1,66	0,96	1,80	0,86	1,94
23	1,26	1,44	1,17	1,54	1,08	1,66	0,99	1,79	0,90	1,92
24	1,27	1,45	1,19	1,55	1,10	1,66	1,01	1,78	0,93	1,99
25	1,29	1,45	1,21	1,55	1,12	1,66	1,04	1,77	0,95	1,89
26	1,30	1,46	1,22	1,55	1,14	1,65	1,06	1,76	0,98	1,88
27	1,32	1,47	1,24	1,56	1,16	1,65	1,08	1,76	1,01	1,86
28	1,33	1,48	1,26	1,56	1,18	1,65	1,10	1,75	1,03	1,85
29	1,34	1,48	1,27	1,56	1,20	1,65	1,12	1,74	1,05	1,84
30	1,35	1,49	1,28	1,57	1,21	1,65	1,14	1,74	1,07	1,83

Значения функции Гаусса

x	$\varphi(x)$	x	$\varphi(x)$	x	$\varphi(x)$	x	$\varphi(x)$	x	$\varphi(x)$	x	$\varphi(x)$
0	0,3989	0,7	0,3123	1,4	0,1497	2,1	0,0440	2,8	0,0079	3,5	0,0009
0,01	0,3989	0,71	0,3101	1,41	0,1476	2,11	0,0431	2,81	0,0077	3,51	0,0008
0,02	0,3989	0,72	0,3079	1,42	0,1456	2,12	0,0422	2,82	0,0075	3,52	0,0008
0,03	0,3988	0,73	0,3056	1,43	0,1435	2,13	0,0413	2,83	0,0073	3,53	0,0008
0,04	0,3986	0,74	0,3034	1,44	0,1415	2,14	0,0404	2,84	0,0071	3,54	0,0008
0,05	0,3984	0,75	0,3011	1,45	0,1394	2,15	0,0396	2,85	0,0069	3,55	0,0007
0,06	0,3982	0,76	0,2989	1,46	0,1374	2,16	0,0387	2,86	0,0067	3,56	0,0007
0,07	0,3980	0,77	0,2966	1,47	0,1354	2,17	0,0379	2,87	0,0065	3,57	0,0007
0,08	0,3977	0,78	0,2943	1,48	0,1334	2,18	0,0371	2,88	0,0063	3,58	0,0007
0,09	0,3973	0,79	0,2920	1,49	0,1315	2,19	0,0363	2,89	0,0061	3,59	0,0006
0,1	0,3970	0,8	0,2897	1,5	0,1295	2,2	0,0355	2,9	0,0060	3,6	0,0006
0,11	0,3965	0,81	0,2874	1,51	0,1276	2,21	0,0347	2,91	0,0058	3,61	0,0006
0,12	0,3961	0,82	0,2850	1,52	0,1257	2,22	0,0339	2,92	0,0056	3,62	0,0006
0,13	0,3956	0,83	0,2827	1,53	0,1238	2,23	0,0332	2,93	0,0055	3,63	0,0005
0,14	0,3951	0,84	0,2803	1,54	0,1219	2,24	0,0325	2,94	0,0053	3,64	0,0005
0,15	0,3945	0,85	0,2780	1,55	0,1200	2,25	0,0317	2,95	0,0051	3,65	0,0005
0,16	0,3939	0,86	0,2756	1,56	0,1182	2,26	0,0310	2,96	0,0050	3,66	0,0005
0,17	0,3932	0,87	0,2732	1,57	0,1163	2,27	0,0303	2,97	0,0048	3,67	0,0005
0,18	0,3925	0,88	0,2709	1,58	0,1145	2,28	0,0297	2,98	0,0047	3,68	0,0005
0,19	0,3918	0,89	0,2685	1,59	0,1127	2,29	0,0290	2,99	0,0046	3,69	0,0004
0,2	0,3910	0,9	0,2661	1,6	0,1109	2,3	0,0283	3	0,0044	3,7	0,0004
0,21	0,3902	0,91	0,2637	1,61	0,1092	2,31	0,0277	3,01	0,0043	3,71	0,0004
0,22	0,3894	0,92	0,2613	1,62	0,1074	2,32	0,0270	3,02	0,0042	3,72	0,0004
0,23	0,3885	0,93	0,2589	1,63	0,1057	2,33	0,0264	3,03	0,0040	3,73	0,0004
0,24	0,3876	0,94	0,2565	1,64	0,1040	2,34	0,0258	3,04	0,0039	3,74	0,0004
0,25	0,3867	0,95	0,2541	1,65	0,1023	2,35	0,0252	3,05	0,0038	3,75	0,0004
0,26	0,3857	0,96	0,2516	1,66	0,1006	2,36	0,0246	3,06	0,0037	3,76	0,0003
0,27	0,3847	0,97	0,2492	1,67	0,0989	2,37	0,0241	3,07	0,0036	3,77	0,0003
0,28	0,3836	0,98	0,2468	1,68	0,0973	2,38	0,0235	3,08	0,0035	3,78	0,0003
0,29	0,3825	0,99	0,2444	1,69	0,0957	2,39	0,0229	3,09	0,0034	3,79	0,0003
0,3	0,3814	1	0,2420	1,7	0,0940	2,4	0,0224	3,1	0,0033	3,8	0,0003
0,31	0,3802	1,01	0,2396	1,71	0,0925	2,41	0,0219	3,11	0,0032	3,81	0,0003
0,32	0,3790	1,02	0,2371	1,72	0,0909	2,42	0,0213	3,12	0,0031	3,82	0,0003
0,33	0,3778	1,03	0,2347	1,73	0,0893	2,43	0,0208	3,13	0,0030	3,83	0,0003
0,34	0,3765	1,04	0,2323	1,74	0,0878	2,44	0,0203	3,14	0,0029	3,84	0,0003
0,35	0,3752	1,05	0,2299	1,75	0,0863	2,45	0,0198	3,15	0,0028	3,85	0,0002
0,36	0,3739	1,06	0,2275	1,76	0,0848	2,46	0,0194	3,16	0,0027	3,86	0,0002
0,37	0,3725	1,07	0,2251	1,77	0,0833	2,47	0,0189	3,17	0,0026	3,87	0,0002
0,38	0,3712	1,08	0,2227	1,78	0,0818	2,48	0,0184	3,18	0,0025	3,88	0,0002
0,39	0,3697	1,09	0,2203	1,79	0,0804	2,49	0,0180	3,19	0,0025	3,89	0,0002
0,4	0,3683	1,1	0,2179	1,8	0,0790	2,5	0,0175	3,2	0,0024	3,9	0,0002
0,41	0,3668	1,11	0,2155	1,81	0,0775	2,51	0,0171	3,21	0,0023	3,91	0,0002
0,42	0,3653	1,12	0,2131	1,82	0,0761	2,52	0,0167	3,22	0,0022	3,92	0,0002
0,43	0,3637	1,13	0,2107	1,83	0,0748	2,53	0,0163	3,23	0,0022	3,93	0,0002
0,44	0,3621	1,14	0,2083	1,84	0,0734	2,54	0,0158	3,24	0,0021	3,94	0,0002
0,45	0,3605	1,15	0,2059	1,85	0,0721	2,55	0,0154	3,25	0,0020	3,95	0,0002
0,46	0,3589	1,16	0,2036	1,86	0,0707	2,56	0,0151	3,26	0,0020	3,96	0,0002
0,47	0,3572	1,17	0,2012	1,87	0,0694	2,57	0,0147	3,27	0,0019	3,97	0,0002

x	$\varphi(x)$	x	$\varphi(x)$	x	$\varphi(x)$	x	$\varphi(x)$	x	$\varphi(x)$	x	$\varphi(x)$
0,48	0,3555	1,18	0,1989	1,88	0,0681	2,58	0,0143	3,28	0,0018	3,98	0,0001
0,49	0,3538	1,19	0,1965	1,89	0,0669	2,59	0,0139	3,29	0,0018	3,99	0,0001
0,5	0,3521	1,2	0,1942	1,9	0,0656	2,6	0,0136	3,3	0,0017	4	0,0001
0,51	0,3503	1,21	0,1919	1,91	0,0644	2,61	0,0132	3,31	0,0017	4,01	0,0001
0,52	0,3485	1,22	0,1895	1,92	0,0632	2,62	0,0129	3,32	0,0016	4,02	0,0001
0,53	0,3467	1,23	0,1872	1,93	0,0620	2,63	0,0126	3,33	0,0016	4,03	0,0001
0,54	0,3448	1,24	0,1849	1,94	0,0608	2,64	0,0122	3,34	0,0015	4,04	0,0001
0,55	0,3429	1,25	0,1826	1,95	0,0596	2,65	0,0119	3,35	0,0015	4,05	0,0001
0,56	0,3410	1,26	0,1804	1,96	0,0584	2,66	0,0116	3,36	0,0014	4,06	0,0001
0,57	0,3391	1,27	0,1781	1,97	0,0573	2,67	0,0113	3,37	0,0014	4,07	0,0001
0,58	0,3372	1,28	0,1758	1,98	0,0562	2,68	0,0110	3,38	0,0013	4,08	0,0001
0,59	0,3352	1,29	0,1736	1,99	0,0551	2,69	0,0107	3,39	0,0013	4,09	0,0001
0,6	0,3332	1,3	0,1714	2	0,0540	2,7	0,0104	3,4	0,0012	4,1	0,0001
0,61	0,3312	1,31	0,1691	2,01	0,0529	2,71	0,0101	3,41	0,0012	4,11	0,0001
0,62	0,3292	1,32	0,1669	2,02	0,0519	2,72	0,0099	3,42	0,0012	4,12	0,0001
0,63	0,3271	1,33	0,1647	2,03	0,0508	2,73	0,0096	3,43	0,0011	4,13	0,0001
0,64	0,3251	1,34	0,1626	2,04	0,0498	2,74	0,0093	3,44	0,0011	4,14	0,0001
0,65	0,3230	1,35	0,1604	2,05	0,0488	2,75	0,0091	3,45	0,0010	4,15	0,0001
0,66	0,3209	1,36	0,1582	2,06	0,0478	2,76	0,0088	3,46	0,0010	4,16	0,0001
0,67	0,3187	1,37	0,1561	2,07	0,0468	2,77	0,0086	3,47	0,0010	4,17	0,0001
0,68	0,3166	1,38	0,1539	2,08	0,0459	2,78	0,0084	3,48	0,0009	4,18	0,0001
0,69	0,3144	1,39	0,1518	2,09	0,0449	2,79	0,0081	3,49	0,0009	4,19	0,0001

Например, требуется определить ординату функции Гаусса $\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2}$ в точке $x = 1,33$ (рис. А). Имеем (в прилож. Д выделено жирным шрифтом): $\varphi(1,33) = 0,1647$.

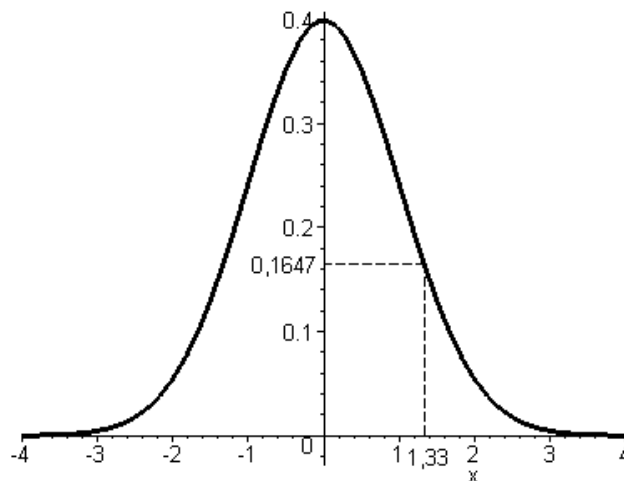


Рис. А – Графическая иллюстрация работы с прилож. Д

Функция Гаусса – чётная, т.е. $\varphi(-x) = \varphi(x)$. Кроме того, $\varphi(x) = N(0,1)$, т.е. является плотностью нормального распределения с параметрами 0 и 1.

Значения интегральной функции Лапласа

x	$\Phi(x)$	x	$\Phi(x)$	x	$\Phi(x)$	x	$\Phi(x)$	x	$\Phi(x)$	x	$\Phi(x)$
0	0	0,9	0,3159	1,8	0,4641	2,7	0,4965	3,6	0,499841	4,5	0,4999966
0,01	0,004	0,91	0,3186	1,81	0,4649	2,71	0,4966	3,61	0,499847	4,51	0,4999968
0,02	0,008	0,92	0,3212	1,82	0,4656	2,72	0,4967	3,62	0,499853	4,52	0,4999969
0,03	0,012	0,93	0,3238	1,83	0,4664	2,73	0,4968	3,63	0,499858	4,53	0,499997
0,04	0,016	0,94	0,3264	1,84	0,4671	2,74	0,4969	3,64	0,499864	4,54	0,4999972
0,05	0,0199	0,95	0,3289	1,85	0,4678	2,75	0,497	3,65	0,499869	4,55	0,4999973
0,06	0,0239	0,96	0,3315	1,86	0,4686	2,76	0,4971	3,66	0,499874	4,56	0,4999974
0,07	0,0279	0,97	0,334	1,87	0,4693	2,77	0,4972	3,67	0,499879	4,57	0,4999976
0,08	0,0319	0,98	0,3365	1,88	0,4699	2,78	0,4973	3,68	0,499883	4,58	0,4999977
0,09	0,0359	0,99	0,3389	1,89	0,4706	2,79	0,4974	3,69	0,499888	4,59	0,4999978
0,1	0,0398	1	0,3413	1,9	0,4713	2,8	0,4974	3,7	0,499892	4,6	0,4999979
0,11	0,0438	1,01	0,3438	1,91	0,4719	2,81	0,4975	3,71	0,499896	4,61	0,499998
0,12	0,0478	1,02	0,3461	1,92	0,4726	2,82	0,4976	3,72	0,4999	4,62	0,4999981
0,13	0,0517	1,03	0,3485	1,93	0,4732	2,83	0,4977	3,73	0,499904	4,63	0,4999982
0,14	0,0557	1,04	0,3508	1,94	0,4738	2,84	0,4977	3,74	0,499908	4,64	0,4999983
0,15	0,0596	1,05	0,3531	1,95	0,4744	2,85	0,4978	3,75	0,499912	4,65	0,4999983
0,16	0,0636	1,06	0,3554	1,96	0,475	2,86	0,4979	3,76	0,499915	4,66	0,4999984
0,17	0,0675	1,07	0,3577	1,97	0,4756	2,87	0,4979	3,77	0,499918	4,67	0,4999985
0,18	0,0714	1,08	0,3599	1,98	0,4761	2,88	0,498	3,78	0,499922	4,68	0,4999986
0,19	0,0753	1,09	0,3621	1,99	0,4767	2,89	0,4981	3,79	0,499925	4,69	0,4999986
0,2	0,0793	1,1	0,3643	2	0,4772	2,9	0,4981	3,8	0,499928	4,7	0,4999987
0,21	0,0832	1,11	0,3665	2,01	0,4778	2,91	0,4982	3,81	0,49993	4,71	0,4999988
0,22	0,0871	1,12	0,3686	2,02	0,4783	2,92	0,4982	3,82	0,499933	4,72	0,4999988
0,23	0,091	1,13	0,3708	2,03	0,4788	2,93	0,4983	3,83	0,499936	4,73	0,4999989
0,24	0,0948	1,14	0,3729	2,04	0,4793	2,94	0,4984	3,84	0,499938	4,74	0,4999989
0,25	0,0987	1,15	0,3749	2,05	0,4798	2,95	0,4984	3,85	0,499941	4,75	0,499999
0,26	0,1026	1,16	0,377	2,06	0,4803	2,96	0,4985	3,86	0,499943	4,76	0,499999
0,27	0,1064	1,17	0,379	2,07	0,4808	2,97	0,4985	3,87	0,499946	4,77	0,4999991
0,28	0,1103	1,18	0,381	2,08	0,4812	2,98	0,4986	3,88	0,499948	4,78	0,4999991
0,29	0,1141	1,19	0,383	2,09	0,4817	2,99	0,4986	3,89	0,49995	4,79	0,4999992
0,3	0,1179	1,2	0,3849	2,1	0,4821	3	0,4987	3,9	0,499952	4,8	0,4999992
0,31	0,1217	1,21	0,3869	2,11	0,4826	3,01	0,4987	3,91	0,499954	4,81	0,4999992
0,32	0,1255	1,22	0,3888	2,12	0,483	3,02	0,4987	3,92	0,499956	4,82	0,4999993
0,33	0,1293	1,23	0,3907	2,13	0,4834	3,03	0,4988	3,93	0,499958	4,83	0,4999993
0,34	0,1331	1,24	0,3925	2,14	0,4838	3,04	0,4988	3,94	0,499959	4,84	0,4999993
0,35	0,1368	1,25	0,3944	2,15	0,4842	3,05	0,4989	3,95	0,499961	4,85	0,4999994
0,36	0,1406	1,26	0,3962	2,16	0,4846	3,06	0,4989	3,96	0,499963	4,86	0,4999994
0,37	0,1443	1,27	0,398	2,17	0,485	3,07	0,4989	3,97	0,499964	4,87	0,4999994
0,38	0,148	1,28	0,3997	2,18	0,4854	3,08	0,499	3,98	0,499966	4,88	0,4999995
0,39	0,1517	1,29	0,4015	2,19	0,4857	3,09	0,499	3,99	0,499967	4,89	0,4999995
0,4	0,1554	1,3	0,4032	2,2	0,4861	3,1	0,499	4	0,499968	4,9	0,4999995
0,41	0,1591	1,31	0,4049	2,21	0,4864	3,11	0,4991	4,01	0,49997	4,91	0,4999995
0,42	0,1628	1,32	0,4066	2,22	0,4868	3,12	0,4991	4,02	0,499971	4,92	0,4999996
0,43	0,1664	1,33	0,4082	2,23	0,4871	3,13	0,4991	4,03	0,499972	4,93	0,4999996
0,44	0,17	1,34	0,4099	2,24	0,4875	3,14	0,4992	4,04	0,499973	4,94	0,4999996
0,45	0,1736	1,35	0,4115	2,25	0,4878	3,15	0,4992	4,05	0,499974	4,95	0,4999996
0,46	0,1772	1,36	0,4131	2,26	0,4881	3,16	0,4992	4,06	0,499975	4,96	0,4999996
0,47	0,1808	1,37	0,4147	2,27	0,4884	3,17	0,4992	4,07	0,499976	4,97	0,4999997
0,48	0,1844	1,38	0,4162	2,28	0,4887	3,18	0,4993	4,08	0,499977	4,98	0,4999997

<i>x</i>	$\Phi(x)$	<i>x</i>	$\Phi(x)$	<i>x</i>	$\Phi(x)$	<i>x</i>	$\Phi(x)$	<i>x</i>	$\Phi(x)$	<i>x</i>	$\Phi(x)$
0,49	0,1879	1,39	0,4177	2,29	0,489	3,19	0,4993	4,09	0,499978	4,99	0,4999997
0,5	0,1915	1,4	0,4192	2,3	0,4893	3,2	0,4993	4,1	0,499979	5	0,4999997
0,51	0,195	1,41	0,4207	2,31	0,4896	3,21	0,4993	4,11	0,49998	5,01	0,4999997
0,52	0,1985	1,42	0,4222	2,32	0,4898	3,22	0,4994	4,12	0,499981	5,02	0,4999997
0,53	0,2019	1,43	0,4236	2,33	0,4901	3,23	0,4994	4,13	0,499982	5,03	0,4999998
0,54	0,2054	1,44	0,4251	2,34	0,4904	3,24	0,4994	4,14	0,499983	5,04	0,4999998
0,55	0,2088	1,45	0,4265	2,35	0,4906	3,25	0,4994	4,15	0,499983	5,05	0,4999998
0,56	0,2123	1,46	0,4279	2,36	0,4909	3,26	0,4994	4,16	0,499984	5,06	0,4999998
0,57	0,2157	1,47	0,4292	2,37	0,4911	3,27	0,4995	4,17	0,499985	5,07	0,4999998
0,58	0,219	1,48	0,4306	2,38	0,4913	3,28	0,4995	4,18	0,499985	5,08	0,4999998
0,59	0,2224	1,49	0,4319	2,39	0,4916	3,29	0,4995	4,19	0,499986	5,09	0,4999998
0,6	0,2257	1,5	0,4332	2,4	0,4918	3,3	0,4995	4,2	0,499987	5,1	0,4999998
0,61	0,2291	1,51	0,4345	2,41	0,492	3,31	0,4995	4,21	0,499987	5,11	0,4999998
0,62	0,2324	1,52	0,4357	2,42	0,4922	3,32	0,4995	4,22	0,499988	5,12	0,4999998
0,63	0,2357	1,53	0,437	2,43	0,4925	3,33	0,4996	4,23	0,499988	5,13	0,4999999
0,64	0,2389	1,54	0,4382	2,44	0,4927	3,34	0,4996	4,24	0,499989	5,14	0,4999999
0,65	0,2422	1,55	0,4394	2,45	0,4929	3,35	0,4996	4,25	0,499989	5,15	0,4999999
0,66	0,2454	1,56	0,4406	2,46	0,4931	3,36	0,4996	4,26	0,49999	5,16	0,4999999
0,67	0,2486	1,57	0,4418	2,47	0,4932	3,37	0,4996	4,27	0,49999	5,17	0,4999999
0,68	0,2517	1,58	0,4429	2,48	0,4934	3,38	0,4996	4,28	0,499991	5,18	0,4999999
0,69	0,2549	1,59	0,4441	2,49	0,4936	3,39	0,4997	4,29	0,499991	5,19	0,4999999
0,7	0,258	1,6	0,4452	2,5	0,4938	3,4	0,4997	4,3	0,499991	5,2	0,4999999
0,71	0,2611	1,61	0,4463	2,51	0,494	3,41	0,4997	4,31	0,499992	5,21	0,4999999
0,72	0,2642	1,62	0,4474	2,52	0,4941	3,42	0,4997	4,32	0,499992	5,22	0,4999999
0,73	0,2673	1,63	0,4484	2,53	0,4943	3,43	0,4997	4,33	0,499993	5,23	0,4999999
0,74	0,2704	1,64	0,4495	2,54	0,4945	3,44	0,4997	4,34	0,499993	5,24	0,4999999
0,75	0,2734	1,65	0,4505	2,55	0,4946	3,45	0,4997	4,35	0,499993	5,25	0,4999999
0,76	0,2764	1,66	0,4515	2,56	0,4948	3,46	0,4997	4,36	0,499993	5,26	0,4999999
0,77	0,2794	1,67	0,4525	2,57	0,4949	3,47	0,4997	4,37	0,499994	5,27	0,4999999
0,78	0,2823	1,68	0,4535	2,58	0,4951	3,48	0,4997	4,38	0,499994	5,28	0,4999999
0,79	0,2852	1,69	0,4545	2,59	0,4952	3,49	0,4998	4,39	0,499994	5,29	0,4999999
0,8	0,2881	1,7	0,4554	2,6	0,4953	3,5	0,4998	4,4	0,499995	5,3	0,4999999
0,81	0,291	1,71	0,4564	2,61	0,4955	3,51	0,4998	4,41	0,499995	5,31	0,4999999
0,82	0,2939	1,72	0,4573	2,62	0,4956	3,52	0,4998	4,42	0,499995	5,32	0,4999999
0,83	0,2967	1,73	0,4582	2,63	0,4957	3,53	0,4998	4,43	0,499995	5,33	0,5
0,84	0,2995	1,74	0,4591	2,64	0,4959	3,54	0,4998	4,44	0,499995	5,34	0,5
0,85	0,3023	1,75	0,4599	2,65	0,496	3,55	0,4998	4,45	0,499996	5,35	0,5
0,86	0,3051	1,76	0,4608	2,66	0,4961	3,56	0,4998	4,46	0,499996	5,36	0,5
0,87	0,3078	1,77	0,4616	2,67	0,4962	3,57	0,4998	4,47	0,499996	5,37	0,5
0,88	0,3106	1,78	0,4625	2,68	0,4963	3,58	0,4998	4,48	0,499996	5,38	0,5
0,89	0,3133	1,79	0,4633	2,69	0,4964	3,59	0,4998	4,49	0,499996	5,39	0,5

Например, требуется с помощью интегральной функции Лапласа

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-z^2/2} dz$$

определить вероятность того, что нормально распределённая нормированная случайная величина z примет значение в интервале от 0 до 1,33.

Имеем (в прилож. Е выделено жирным шрифтом):

$$P(0 < z < 1,33) = \Phi(1,33) = 0,4082.$$

На графике это выглядит так (рис. Б):

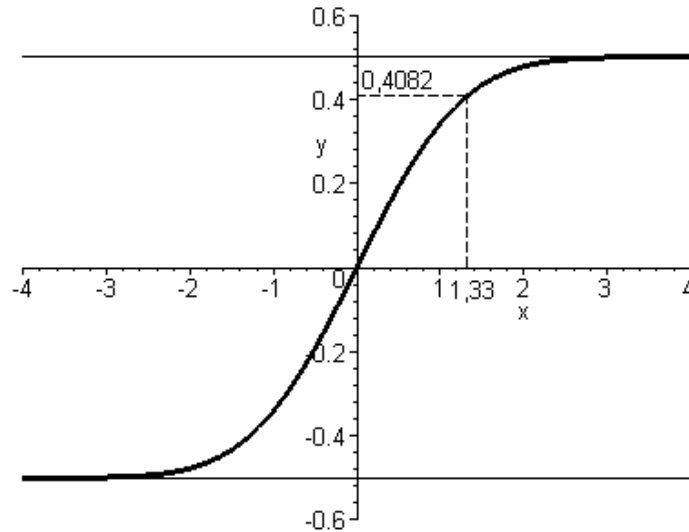


Рис. Б – Графическая иллюстрация работы с прилож. Е

Полученный результат $P(0 < z < 1,33) = 0,4082$ можно проиллюстрировать и с помощью функции Гаусса $\varphi(x)$ (прилож. Д). Число 0,4082 – величина площади криволинейной трапеции, расположенной под кривой плотности нормированного нормального распределения (рис. В).

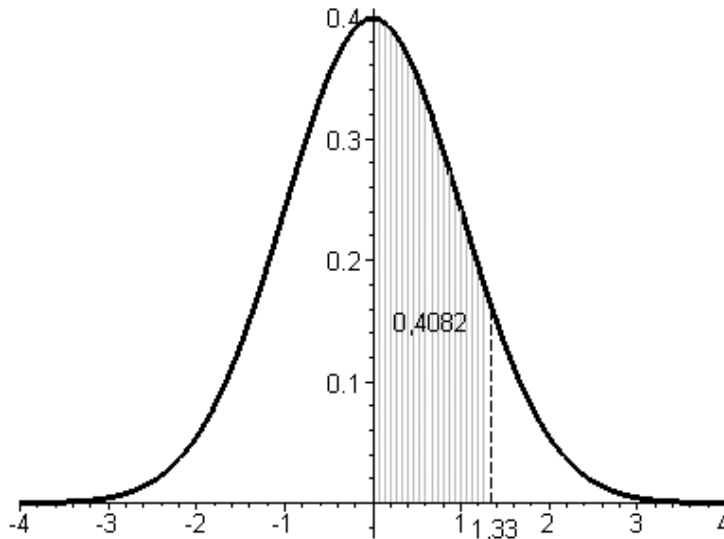
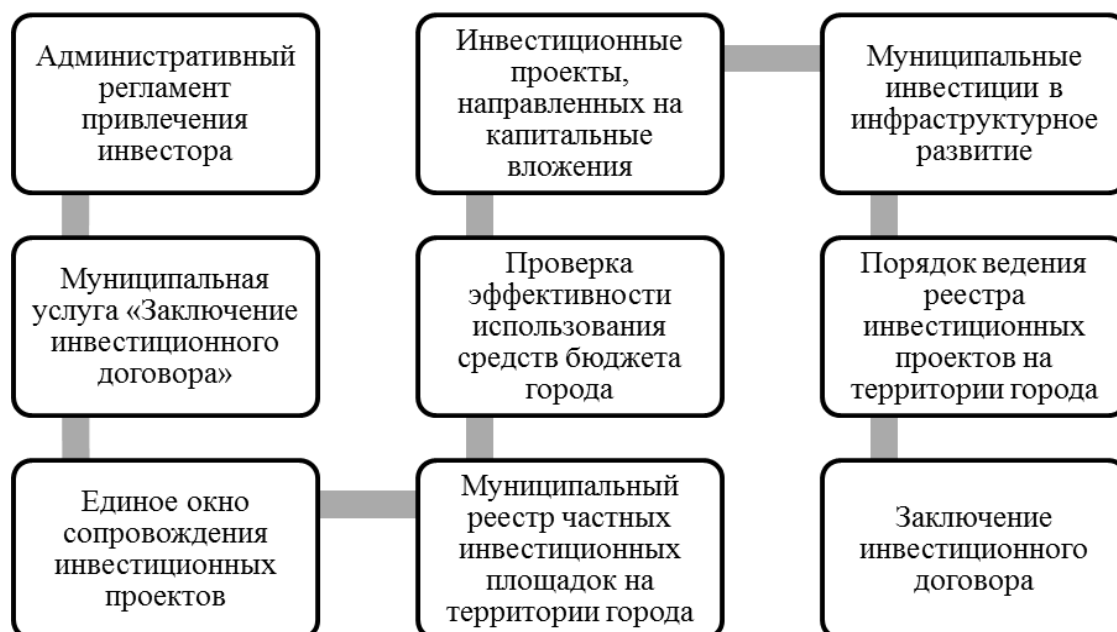
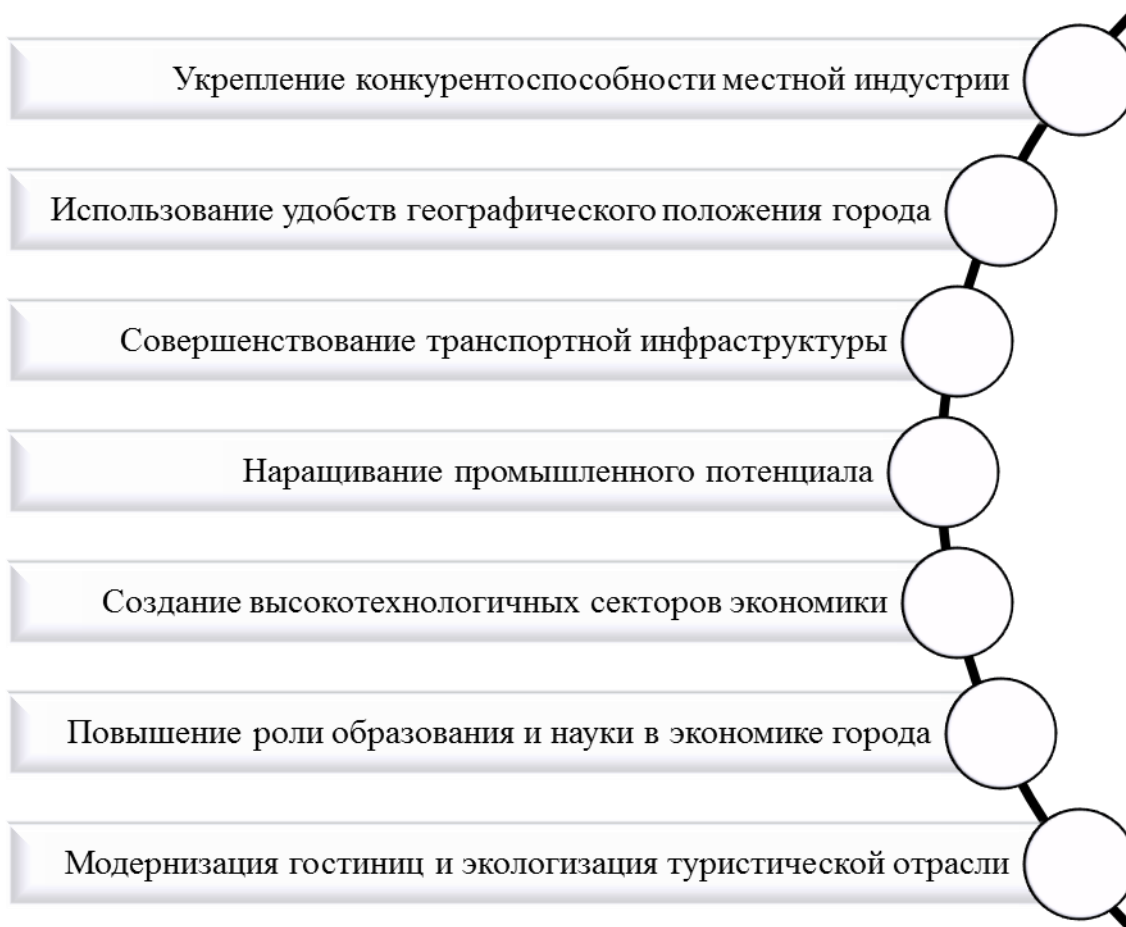


Рис. В – Графическая иллюстрация работы с прилож. Е по функции Гаусса

Напомним, что интегральная функция Лапласа – нечётная, т.е. $\Phi(-x) = -\Phi(x)$.

Приоритеты прикладной экономики развития городских территорий
(сформировано по результатам работы [50])



Законотворческое обеспечение цифровизации сферы прикладной экономики регионального уровня
(сформировано по результатам работы [30])



Прикладные эконометрические методы и модели, инструменты качественного анализа регионально-отраслевого развития
(сформировано по результатам работы [32])



Сценарный инструментарий

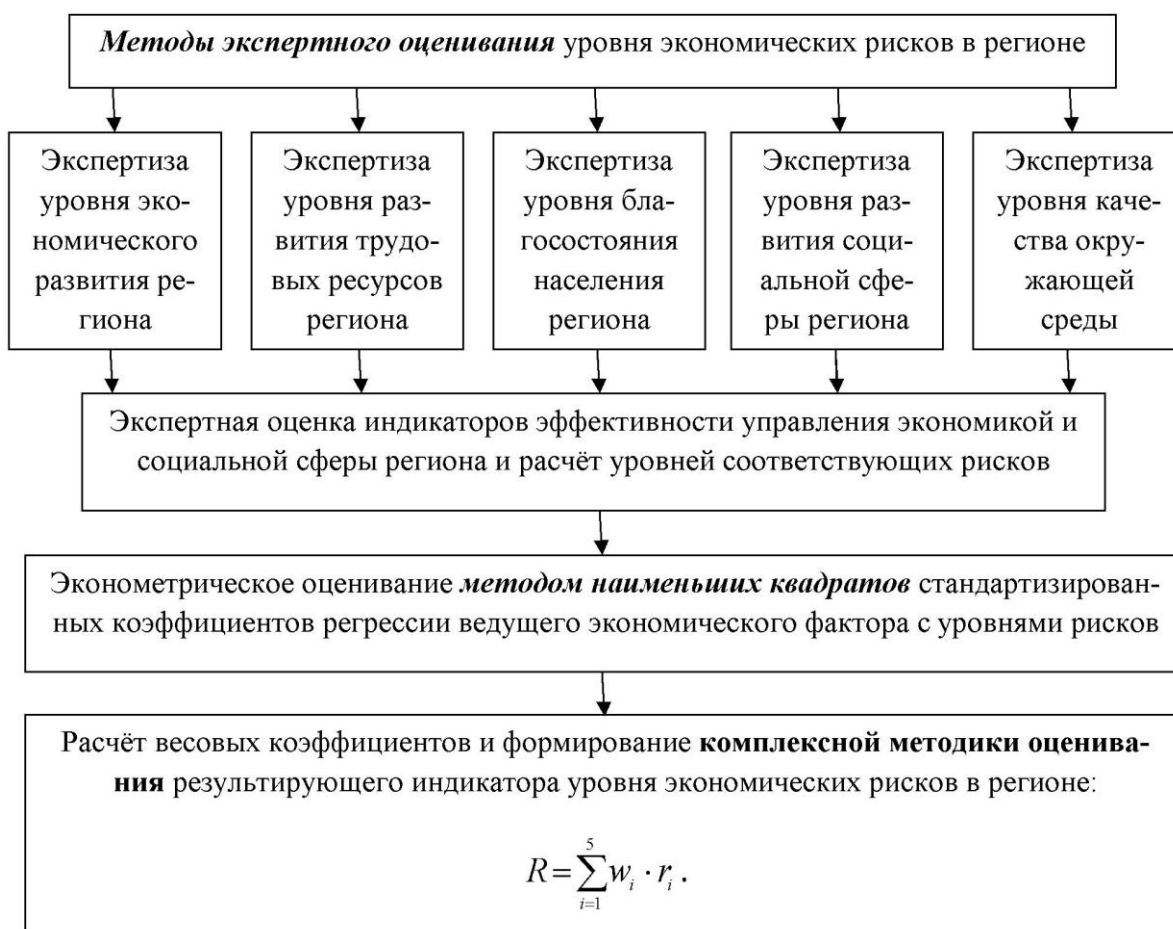
- группа специалистов
- обозримое количество вариантов будущего
- развитие бизнес-процессов в экономике промышленности

Экспертное интервьюирование

- концентрированные сведения
- практический опыт экспертов
- устное общение на строго заданную тему

Прикладная методика оценки рисков в экономике регионов и муниципалитетов

(сформировано по результатам работ [70; 84])



Легальная занятость

- контроль легального оформления трудовых отношений
- работа по обращениям населения муниципалитета о неформальной занятости

Легальная зарплата

- контроль легализации всех видов трудовых доходов
- работа по обращениям населения муниципалитета о выплате «серой» заработной платы

Социальные гарантии

- создание новых рабочих мест
- содействие профессиональному обучению и переобучению
- помощь в возобновлении трудовой деятельности инвалидов и женщин с детьми

Прикладные экономические подходы к управлению городским хозяйством
(сформировано по результатам работы [94])



Учебное издание

*Поликов Юлиан Николаевич
Пелашенко Алла Владимировна*

ПРИКЛАДНАЯ ЭКОНОМИКА

Учебное пособие

Издание второе: переработанное и дополненное

Публикуется в авторской редакции

Подписано в печать 16.12.2025 г.
Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Печать — цифровая. Усл. печ. л. 11,63.
Тираж 100 экз. Заказ № 25дек150.

ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет»
283001, г. Донецк, ул. Университетская, 24
Издательство ФГБОУ ВО «ДонГУ»
283001, г. Донецк, ул. Университетская, 22
E-mail: donnu.izdatelstvo@mail.ru



ПОЛШКОВ ЮЛИАН НИКОЛАЕВИЧ

Доктор экономических наук, кандидат физ.-мат. наук, доцент, и. о. заведующего кафедрой математики и математических методов в экономике, декан экономического факультета Донецкого государственного университета.

Сфера научных интересов – математическое моделирование социально-экономических систем в детерминированных и случайных средах, управление экономикой, региональная и отраслевая экономика, инвестиции и образование капитала, факторы экономического развития, инновации в экономике, экономика труда. Имеет около трёхсот научных публикаций, из них более семидесяти работ в специализированных изданиях. Руководит магистерскими профилями «Прикладная экономика», «Экономическая деятельность субъектов хозяйствования на национальных и мировых рынках».



ПЕЛАШЕНКО АЛЛА ВЛАДИМИРОВНА

Старший преподаватель кафедры математики и математических методов в экономике Донецкого государственного университета.

Сфера научных интересов – экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами, математические методы исследования операций. Имеет более тридцати научных и учебно-методических публикаций. Участвовала в подготовке ряда учебных и учебно-методических пособий. Заместитель заведующего кафедрой по учебно-методической работе. Член учебно-методической комиссии экономического факультета.

Предлагаемое второе издание учебного пособия, переработанное и дополненное, включает обзор теоретико-методологических и концептуальных основ, научно-методических положений и практических рекомендаций по управлению социально-экономическими системами, процессами и явлениями на основе прикладных методов и моделей детерминированного и стохастического характера.

Пособие предназначается слушателям профилей магистратуры «Прикладная экономика» и «Экономическая деятельность субъектов хозяйствования на национальных и мировых рынках», а также студентам, использующим экономико-математические инструменты прикладной направленности при подготовке курсовых и выпускных квалификационных работ, магистерских диссертаций, молодым учёным, аспирантам, докторантам, преподавателям, научным работникам и другим лицам.