

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»**

На правах рукописи



Голлай Александр Владимирович

**МЕТОДОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И КОРПОРАЦИЙ
НА БАЗЕ АДАПТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА**

Специальность

05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук

Научный консультант:

доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ

Логиновский Олег Витальевич

Челябинск - 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ	5
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ПОДХОДОВ, КОНЦЕПЦИЙ, МЕТОДОВ И МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ И КОРПОРАЦИЯМИ	13
1.1 Развитие взглядов на управление промышленными предприятиями в исторической ретроспективе	13
1.2 Современная отечественная и зарубежная практика управления промышленными предприятиями	22
1.3 Повышение роли технологического развития в процессе управления современным промышленным предприятием	35
1.4 Методы и модели прогнозирования технологических изменений	51
Выводы по главе 1	60
ГЛАВА 2. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ БАЗИС АДАПТИВНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	62
2.1 Необходимость повышения качества управления промышленными предприятиями и корпорациями с учетом технологических изменений	62
2.2 Анализ закономерностей развития технологических систем	86
2.3 Формирование идеи адаптивно-технологического управления как основы современной концепции управления промышленными предприятиями и корпорациями	103
2.4 Использование проектного управления для внедрения адаптивно- технологического подхода	119
Выводы по главе 2	130

ГЛАВА 3. МЕТОДЫ И МОДЕЛИ АДАПТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	132
3.1 Иерархическая модель показателей промышленного предприятия, формирующая стоимость компании	132
3.2 Модели и методы формирования оптимального технологического портфеля корпораций	145
3.3 Модели и методы совершенствования технологий	148
3.4 Модели и методы повышения эффективности работы оборудования	153
Выводы по главе 3	167
ГЛАВА 4. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ВНЕДРЕНИЮ АДАПТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	169
4.1 Организация деятельности по совершенствованию технологий	169
4.2 Алгоритм отбора технологий для проведения проектов по их совершенствованию на базе методов теории нечетких множеств	184
4.3 Методы оценки эффективности технологических изменений	190
4.4 Методы формирования программы реализации проектов по совершенствованию технологий	199
Выводы по главе 4	201
ГЛАВА 5. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ	202

5.1 Особенности современных металлургических производств и возможности их технологического обновления	202
5.2 Необходимость разработки термодинамической модели плавки при реализации АСУ сталеплавильного агрегата	208
5.3 Перспективные направления улучшения технологии получения стали	225
Выводы по главе 5	226
ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ	228
ЛИТЕРАТУРА	230
ПРИЛОЖЕНИЯ	278
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Физические, химические явления	278
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Методы творческого поиска новых решений	284
ПРИЛОЖЕНИЕ В – Бланк предложения по совершенствованию деятельности	286
ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Статистические данные по металлургической отрасли	288
ПРИЛОЖЕНИЕ Д – Акты внедрения	290

ВВЕДЕНИЕ. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

В диссертационной работе изложены результаты научных исследований по созданию методологии управления развитием промышленных предприятий и корпораций на основе нового адаптивно-технологического подхода, учитывающего достигнутый уровень состояния технологий (информационных, управленческих, производственных и др.), используемых в компании.

Диссертационная работа развивает идеи научной школы заслуженного деятеля науки Российской Федерации О.В. Логиновского.

Теоретические основы управления предприятиями заложены в трудах Р. Акоффа, И. Ансоффа, С. Бира, В.Н. Буркова, М.Г. Брауна, О.С. Виханского, Д.П. Вумека, А.К. Гастева, П. Гохана, В.М. Глушкова, А.Г. Гранберга, Э. Деминга, П. Друкера, Р. Каплана, М. Ковени, Ф. Котлера, Р. Коуза, О.В. Логиновского, М. Мескона, Г. Минцберга, Д.А. Новикова, Н. Нортон, Г.С. Поспелова, У. Райс-Джонстона, С.Ф. Рогова, Г. Саймона, Р.А. Фатхутдинова, А.-В. Шеера, Э. Шейна, Д. Шелдрейка и др.

Развитию системных взглядов на управление предприятиями посвящены труды В.Г. Афанасьева, Л. фон Берталанфи, И.В. Блауберга, А.А. Богданова (Малиновского), Н. Вивера, С.А. Валueva, Дж. ван Гига, Г. Гуда, Е.П. Голубкова, В.В. Дружинина, Ч. Дэвиса, Э. Квейда, Д. Клиланда, Н.Е. Кобринского, Л.П. Крайзера, Л.Т. Кузина, В.Т. Куликова, Е.З. Майминаса, Д.Х. Медоуза, М. Месаровича, С.П. Никанорова, И.Б. Новика, С. Оптнера, Ф.И. Перегудова, Д.А. Поспелова, Л.А. Растригина, Т. Саати, В.Н. Садовского, Ф.П. Тарасенко, В.С. Тюхтина, А.И. Уемова, Ю.А. Урманцева, Б.С. Флейшмана, Д. Форрестера, Г. Хакена, Ю.И. Черняка, У.Р. Эшби, Э.Г. Юдина, В.З. Ямпольского, С. Янга и др.

Исследованию циклических явлений в социально-экономических системах посвящены труды К. Веблена, С.Ю. Глазьева, У.С. Джевонса, К. Жюгляра, М. Калецкого, Д.М. Кейнса, Ф. Кидланда, Дж. Китчина, Дж.М. Кларка, Н.Д. Кондратьева, С. Кузнецца, Д.С. Львова, У. Митчелла, Э. Прескотта, Ю.Н. Соколова, М. Фридмена, М. Хироока, Й. Шумпетера и др.

Вопросам прогнозирования технологических изменений и управления технологическим развитием посвящены труды Г.С. Альтшуллера, К.А. Багриновского, М.В. Белова, А.И. Берга, А.Е. Варшавского, И.А. Волкова, Н.Т. Демченко, Ф. Дессауэра, С.Ю. Ерошкина, А.Г. Ивахненко, Ю.П. Лукашина, Д. Мартино, Н.Н. Моисеева, В. Петрова, И.П. Пономарева, В.М. Резина, В.Ф. Стукача, В.А. Трапезникова, М. Форда, Д.Э. Ханка, Н.А. Шпаковского, Э. Янча и др.

Актуальность темы исследования

Роль технологий в современном мире постоянно возрастает. Наблюдаемые в настоящее время переход к шестому технологическому укладу, бурное развитие информационных технологий и цифровизация, неравномерность обновления методов и моделей подготовки и принятия управленческих решений и пр. привели к тому, что используемые на практике подходы, методы и модели уже не способствуют повышению эффективности деятельности производственных компаний и фактически устарели. В результате, как зарубежная, так и отечественная практика управления промышленными компаниями нуждается в новых идеях и базовых концепциях развития. Отечественные компании находятся в этом отношении еще в более худшей ситуации, чем зарубежные из-за политики применения санкций со стороны стран запада, а также в связи с низким уровнем технологического развития и недостаточностью инвестиций в технологическое обновление, которое большинством российских компаний по сути и не осуществляется.

Крайне важно отметить, что показатели, на основе которых оценивается деятельность промышленных предприятий и корпораций, сегодня не включают в себя уровень технологического развития, а базируются, как и 20–30 лет назад, только на анализе финансовых и производственных индикаторов, тогда как, именно обладание определенными технологиями в современном мире определяет конкурентоспособность предприятий. Особенно важно, что эффективность деятельности компании должна определяться не только уровнем развития отдельных технологий, а, прежде всего, совокупным сбалансированным развитием всех технологий, используемых в компании, начиная от производственных и логистических и заканчивая информационными и управленческими.

В данном контексте повышение эффективности работы промышленных предприятий и корпораций должно осуществляться в рамках единой концепции управления компанией, которая бы обеспечивала взаимосвязанное развития всех технологий на предприятии и одинаково понималась на различных уровнях его управления. В этой связи, тема данного диссертационного исследования, направленного на повышение эффективности управления развитием промышленных предприятий и корпораций на основе разработанного в диссертации адаптивно-технологического подхода, методов и моделей подготовки и принятия управленческих решений, является весьма важной и актуальной народно-хозяйственной проблемой.

Цель и задачи диссертационной работы

Целью диссертационного исследования является разработка методологии управления развитием промышленных предприятий и корпораций на базе созданного адаптивно-технологического подхода и комплекса моделей и методов, обеспечивающих повышение эффективности деятельности компании, посредством взаимосвязанного совершенствования различных технологий.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели в работе сформулированы и решены следующие задачи:

- выполнен анализ используемых на практике подходов, концепций, методов и моделей управления промышленными предприятиями и корпорациями;
- разработан концептуальный базис адаптивно-технологического управления развитием промышленных предприятий;
- разработана иерархическая модель показателей промышленного предприятия, позволяющая осуществлять управление развитием в рамках единого адаптивно-технологического подхода;
- показано применение математических моделей и методов на разных уровнях управления организации в рамках предложенного адаптивно-технологического подхода;
- создана методология управления развитием промышленного предприятия на базе модели комплексного управления проектами по разработке новых и совершенствованию используемых технологий;

– предложено практическое внедрение адаптивно-технологического управления предприятиями осуществлять посредством дополнения сложившейся структуры управления компанией специальным структурным подразделением – офисом управления проектами;

– определены перспективные направления совершенствования производственной деятельности металлургических предприятий и осуществлено внедрение положений и разработок диссертационного исследования в практику управления отдельными промышленными предприятиями Российской Федерации.

Объектом исследования является процесс управления развитием промышленных предприятий.

Предметом исследования являются подходы, концепции, методы и модели управления развитием промышленных предприятий.

Методы исследования. Теоретической и методологической основой диссертационного исследования являются методы современной теории управления организационными системами, методы теории принятия решений, методы теории систем и системный анализ.

Тематика работы. Содержание диссертации соответствует следующим пунктам области исследования Паспорта специальности ВАК РФ «05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах»:

п. 1. Разработка теоретических основ и методов теории управления и принятия решений в социальных и экономических системах;

п. 2. Разработка методов формализации и постановка задач управления в социальных и экономических системах;

п. 3. Разработка моделей описания и оценок эффективности решения задач управления и принятия решений в социальных и экономических системах;

п. 4. Разработка методов и алгоритмов решения задач управления и принятия решений в социальных и экономических системах;

п. 8. Разработка методов и алгоритмов анализа и синтеза организационных структур;

п. 10. Разработка методов и алгоритмов интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений в экономических и социальных системах.

Научная новизна диссертационного исследования состоит в следующем:

1. Выполнен анализ используемых на практике подходов, концепций, методов и моделей, а также мировых трендов в области управления промышленных предприятий. Осуществлена оценка роли технологического развития в процессе управления современным промышленным предприятием;

2. Дано новое обобщенное определение понятия «технология», позволяющее реализовать управление развитием любых процессов промышленного предприятия в рамках взаимоувязанной информационной модели, что обеспечивает единство целей и методов управления на разных управленческих уровнях;

3. Обоснован объективный характер развития технологий, подчиняющихся закономерностям, анализ которых позволяет повысить эффективность управления развитием промышленного предприятия;

4. Разработан новый подход к управлению промышленными предприятиями и корпорациями (адаптивно-технологический подход), заключающийся в рассмотрении предприятия как совокупности технологий;

5. Разработана иерархическая модель промышленного предприятия, позволяющая осуществить формализацию и постановку задачи управления развитием на различных уровнях управления промышленного предприятия;

6. Разработана декомпозиционная модель показателей промышленного предприятия, позволяющая осуществить оценку эффективности решения задачи управления развитием технологий промышленного предприятия;

7. Предложена методология управления развитием промышленного предприятия, посредством организации проектной деятельности по разработке новых и совершенствованию используемых технологий, на базе предложенной схемы комплексного управления проектами.

Практическая значимость диссертационного исследования определяется тем, что его основные положения, выводы, рекомендации, модели, методы и алгоритмы со-

здают основу для принятия решений при управлении развитием промышленных предприятий, а организационно-методологические положения могут стать основой построения системы проектного управления процесса совершенствования технологий.

На основе сформированной в диссертации методологии управления развитием промышленных предприятий и корпораций, включающей методы и модели управления на различных уровнях управления, были разработаны мероприятия и программы повышения эффективности деятельности следующих компаний: ООО «Металлургпроект», ПАО «Челябинский трубопрокатный завод», ООО «КРАОС» (Кулинский завод деревообрабатывающего оборудования).

Результаты, полученные в диссертационной работе, были представлены в Министерстве информационных технологий и связи Челябинской области, где им была дана высокая оценка и отмечено, что разработанный подход представляет особый интерес при составлении государственных программ развития промышленности, как по отдельным направлениям, так и в целом. Также результаты диссертационной работы используются в учебном процессе кафедры информационно-аналитического обеспечения управления в социальных и экономических системах ЮУрГУ (НИУ).

Апробация работы

Основные научные положения и результаты диссертации докладывались и обсуждались на следующих научно-технических и практических конференциях и семинарах: 4th International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM-2018) (Chelyabinsk, 2018); Workshop «International Education in Applied Mathematics and Informatics for High Tech Applications (EMIT-2018)» (Leipzig, Germany, 2018); XIII Всероссийское совещание по проблемам управления ИПУ РАН (Москва, 2019); Международная научная конференция «Передовые инновационные разработки. Перспективы и опыт использования, проблемы внедрения в производство» (Казань, 2019); VI Международная научно-практическая конференция «Проблемы развития предприятий: теория и практика» (Пенза, 2019); Научная конференция аспирантов и докторантов Южно-Уральского государственного университета (Челябинск, 2019); VIII Всероссийская научно-

практическая конференция научных, научно-педагогических работников и аспирантов «Управление в современных системах» (Челябинск, 2018); Международная научно-практическая конференция «Техника и технологии: курс на инновации» (Иркутск, 2017); Международная научно-практическая конференция «Инновации и инвестиции как драйверы социального и экономического развития» (Челябинск, 2017); Международная научно-практическая конференция «Новые технологии в промышленности, науке и образовании» (Оренбург, 2017); Международная научно-практическая конференция «Механизмы управления процессами внедрения технических новшеств» (Уфа, 2017); Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии и стратегии развития промышленности» (Уфа, 2017); Международная научно-практическая конференция «Приоритеты и научное обеспечение технологического прогресса» (Стерлитамак, 2017); Международная научно-практическая конференция «Методы проектирования и оптимизации технологических процессов» (Уфа, 2017); Международная научно-практическая конференция «Методы проектирования и оптимизации технологических процессов» (Москва, 2017); Международная научно-практическая конференция «Техника и технология: новые перспективы развития» (Самара, 2017); Международная научно-практическая конференция «Инновационные методы исследования в технике и технологиях» (Магнитогорск, 2017); 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71 научная конференция преподавателей и сотрудников Южно-Уральского государственного университета «Наука ЮУрГУ» (Челябинск, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019), семинары кафедры информационно-аналитического обеспечения управления в социальных и экономических системах.

Публикации

Основные научные положения, выводы и результаты диссертации опубликованы в 42 научных публикациях, в том числе в 12 публикациях – в изданиях из Перечня ВАК.

Структура и объем работы

Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения, содержащего основные выводы и результаты исследования, списка литературы из 505 наименований и 5 приложений. Общий объем работы составляет 297 страниц, в том числе основного текста – 229 страниц. Работа содержит 85 рисунков, 35 таблиц.

На защиту выносятся:

1. Результаты анализа используемых на практике подходов, концепций, методов и моделей, а также мировых трендов в области управления промышленными предприятиями и корпорациями;
2. Адаптивно-технологический подход к управлению промышленными предприятиями и корпорациями;
3. Иерархическая модель промышленного предприятия, включающая систему взаимосвязанных показателей на соответствующих уровнях управления;
4. Методология управления развитием промышленного предприятия на базе комбинированного управления проектами, включающая методы классического управления проектами и гибкие методы проектного управления;
5. Метод отбора технологий для проведения проектов по их совершенствованию на базе методов теории нечетких множеств и закономерностей технологического развития;
6. Перспективные направления совершенствования производственной деятельности металлургических предприятий по результатам диссертационного исследования.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ПОДХОДОВ, КОНЦЕПЦИЙ, МЕТОДОВ И МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ И КОРПОРАЦИЯМИ

1.1 Развитие взглядов на управление промышленными предприятиями в исторической ретроспективе

Школы (теории) управления

Развитие идей о том, как следует управлять промышленными предприятиями формировались на протяжении довольно значительного времени. Школы и подходы к управлению, которые возникали в ходе этого процесса, формировались в рамках научно-технических достижений конкретной эпохи. В настоящий момент нет единой, общепризнанной их классификации, что является отражением сложности и многогранности сложившейся управленческой теории и практики [288]. Тем не менее можно выделить ряд направлений, которые и на сегодняшний день не утратили своей научной значимости.

Школа научного менеджмента

В качестве первой научной концепции управления принято считать школу научного менеджмента, основоположником которой является Ф.У. Тейлор [445]. Его основные работы пришлись на конец XIX – начало XX века. К представителям данной школы также можно отнести – Л. Брендиса, Г. Тауна, Ф. Хелси, Г. Форда [469, 470], Г. Гантта [266], Ф. Гилбретта, Г. Эмерсона [497] и др. Рассвет идеи школы научного менеджмента в СССР связан с деятельностью Центрального института труда (ЦИТ), организованного в 1921 году под руководством А. Гастева [171, 172]. Большой вклад в развитие теории управления внес П.М. Керженцев, широко известен его «принцип экономии» – получение максимального трудового эффекта при наибольшей возможности экономии человеческой энергии и ресурсов [287].

Особенностью данной школы является стремление к рациональной организации работ по выполнению тех или иных задач оптимальным образом. В настоящее

время идеи данной школы находят свое применение в концепции бережливого производства [167, 320], философии постфордизма [399] и других направлениях.

Школа административного управления

Если представители школы научного управления ставили перед собой цель максимально рационализировать физический труд рабочих, то школа административного управления ставила ту же задачу, только применительно к управленческой деятельности (А. Файоль [460]) и организации в целом (М. Вебер [255]).

Школа человеческих отношений

Наряду с успехами, связанными с повышением производительности, росло и недовольство рабочих в отношении интенсификации труда, что отразилось в появлении «школы человеческих отношений» (1930–1950-е гг.), представителями которой явились Э. Мейо [72], М. Фоллет [161], А. Маслоу [339, 340], Д. Макгрегор [486], Ф. Герцберг [170] и др. Основным направлением, в рамках данной школы, было исследование влияния социальных факторов на поведение человека и, как следствие, на его производительность.

Теория конкурентных преимуществ

Теория конкурентных преимуществ появилась в Гарвардской школе бизнеса, в 1950-х годах [5]. Дж. Бэйн попытался объяснить почему одни компании более успешны, чем другие, так как было замечено, что на определенном рынке большая часть продаж приходится на небольшое количество компаний. Согласно данной теории, компании стремятся приобрести и удержать конкурентные преимущества, т.е. особые свойства компании, которые конкуренты длительное время не могут применить и скопировать [326]. Популярность данная теория приобрела благодаря работам М. Портера [81, 82].

Подходы к управлению социально-экономическими системами

Первые научные подходы к управлению появились на рубеже XIX–XX веков в связи с возникновением потребности промышленного развития, вызванного появлением крупносерийного производства, ориентированного на рынок большой емкости [218]. Начиная с этого времени были разработаны теоретические концепции, научные принципы и методы управления промышленными предприятиями [317].

На этой теоретической базе были сформированы различные подходы к управлению (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Сложившиеся подходы к управлению

№	Подход	Объект	Цель управления	Методы
1	Процессный [18, 28, 414]	Процесс	Оптимальная организация процессов (минимум затрат, минимум времени выполнения и т.п.)	Моделирование процессов
2	Функциональный [177]	Функция	Точное выполнение своих функций	Описание функций
3	Продуктный [299]	Результат деятельности (продукт)	Воспроизводство результата	Описание результата деятельности, каждого подразделения и работника
4	Системный [395, 169]	Система	Поиск решений проблем предприятия, посредством представления его как системы	Системный анализ
5	Количественный [444]	Показатели	Улучшение показателей деятельности организации	Математико-статистические методы
6	Ситуационный [241, 344]	Ситуация	Выбор лучшего решения по исторической аналогии	Накопление базы знаний по типовым ситуациям
7	Комплексный [450]	Комплекс факторов	Принятие оптимального решения с учетом различных факторов	Анализ комплекса факторов
8	Нормативный [390, 244]	Нормы	Выполнение норм	Разработка нормативных значений
9	Структурный [187]	Структуры	Оптимизация структур	Методы исследования и оптимизации структур
10	Целевой [236, 427]	Цели	Достижение целей	Разработка целей
11	Программно-целевой [398, 401]	Программы достижения цели	Выполнение программ	Разработке программ по оптимальному достижению целей
12	Прогнозно-адаптивный [286]	Изменение внешней среды	Своевременная реакция на изменение внешней среды	Построение опережающих краткосрочных прогнозов
13	Риск-ориентированный [34, 437]	Риски	Предотвращение рисков	Анализ рисков
14	Архитектурный [260, 259]	Архитектура предприятия	Управление предприятием на основе многопланового, комплексного и системного архитектурного описания предприятия	Описание архитектуры предприятия

Каждый подход отличается специфическим объектом, на который направлено управление. Проще говоря, в рамках процессного подхода в качестве объекта выступают процессы, в рамках функционального – функции и т.д. Использование того или иного подхода в управленческой деятельности приводит к формированию связанного с ним мышления и восприятия деятельности организации.

Первые подходы к управлению фокусировались на одном объекте (одномерные) – функциональный, процессный, структурный и т.п. Позднее, в связи с ограниченными возможностями одномерных подходов, стали появляться подходы, совмещающие в себе несколько из них, например, программно-целевой. Такие подходы можно назвать двухмерными. Также существуют подходы многомерные, декларирующие исследование неограниченного числа факторов, влияющих на организацию, такие как ситуационный, количественный, нормативный и т.п. [218].

Перечень подходов, представленных в таблице 1.1, нельзя назвать исчерпывающим, т.к. постоянно идет поиск как новых подходов, так механизмов интеграции существующих подходов [327, 433].

Формирование взглядов на эффективность деятельности компании

Ориентация на рост прибыли

Наиболее распространенным показателем эффективности деятельности предприятия является показатель прибыли, генерируемой компанией, или, в более общем случае, комплекс финансовых результатов компании за текущий период [311]:

- показатели состава, структуры и динамики активов и пассивов предприятия;
- показатели финансовой устойчивости предприятия;
- показатели платежеспособности предприятия;
- показатели рентабельности деятельности;
- показатели деловой активности и эффективности использования ресурсов;
- показатели, характеризующие денежные потоки;
- показатели, отражающие состояние дебиторской и кредиторской задолженности;
- показатели, позволяющие оценить риск банкротства (несостоятельности) предприятия.

В рамках данного подхода результаты деятельности за текущий период сопоставляются с результатами за предшествующие периоды. На основании данного сопоставления делаются выводы об эффективности деятельности предприятия.

Ориентация на рост стоимость компании

В 1938 году Джон Бурр Уильямс [110] предложил идею о том, что инвестиционный актив имеет внутреннюю стоимость. Так, для акций в качестве меры стоимости он предложил использовать формулу дисконтирования будущих дивидендов.

Мысль о необходимости различения внутренней (фундаментальной) стоимости и внешней (цены) была высказана в этот период в работах Б. Грэма [227]. По мнению Б. Грэма рыночные механизмы всегда приводят рыночную цену в соответствие с внутренней стоимостью. Однако позднее У. Баффетт показал, что чаще всего этого не происходит. У. Баффетт определил внутреннюю стоимость как дисконтированную стоимость денежных средств, которые могут быть изъяты из бизнеса [133, 407].

Основную идею управления с ориентацией на стоимость (Value-Based Management, VBM) можно определить, как построение системы управления хозяйствующим субъектом таким образом, что все управленческие решения принимаются на основе финансового анализа, с целью приращения стоимости бизнеса. При этом концепция VBM не отвергает интересы других стейкхолдеров, а говорит о том, что если будет расти стоимость компании, то это поможет в укреплении ее конкурентных позиций и также положительно отразится на других стейкхолдерах.

Методы измерения стоимости

Первые методы определения стоимости базировались на дисконтировании денежных потоков (Discounted cash flow, DCF).

В настоящее время данный метод широко используется при анализе экономической эффективности проектов (определение чистой приведенной стоимости, NPV):

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+d)^t} - I_0,$$

где CF_i – денежный поток в i -й период из n ,

I_0 – первоначальный объем инвестиций,

d – ставка дисконтирования.

Если чистая приведенная стоимость является величиной положительной ($NPV > 0$), то это означает, что доходность проекта превышает стоимость капитала, а реализация данного проекта, при прочих равных условиях, может привести к росту стоимости на величину NPV , и наоборот, отрицательная чистая приведенная стоимость ($NPV < 0$), ведет к уменьшению стоимости компании в случае реализации данного проекта.

В рамках данного подхода, стоимость компании может быть повышена либо за счет роста будущих денежных потоков (CF_t), либо за счет снижения стоимости привлеченного капитала (r).

В настоящее время, наряду с «классическими» показателями, применяется множество альтернативных [408, 407, 297]:

- TSR – total shareholder return (суммарная доходность акционеров),
- TBR – total business return (суммарная доходность бизнеса (компаний)),
- EP – economic profit (экономическая прибыль),
- EVA – economic value added (экономическая добавленная стоимость),
- SVA – shareholder value analysis (анализ ценности для акционеров),
- CVA – cash value added (модель добавленной стоимости потока денежных средств),
- $CFROI$ – cash flow return on investment (доходность денежного потока на единицу инвестиций) и др.

Какой бы показатель не использовался для анализа создания стоимости, все они говорят о том, что стоимость компании определяется ее будущими денежными потоками, дисконтированными по ожидаемой собственниками доходности или по средневзвешенной стоимости капитала.

Подход, ориентированный на повышение стоимости компании, отличается от анализа динамики финансовых показателей компании тем, что он носит более долгосрочный характер, в то время как цели, выстроенные от показателей финансовых результатов, выставляются с горизонтом один–два года [495].

Вследствие того, что управлять стоимостью непосредственно невозможно, управление, ориентированное на рост стоимость компании, сводится, в первую очередь, к выявлению параметров, влияющих на стоимость, и поиску решений, способных привести к росту стоимости. Чаще всего менеджеры сосредотачивают свои усилия на снижении затрат, оптимизации запасов, сокращении сроков оборачиваемости дебиторской задолженности, увеличении объемов продаж и т.п. [408].

Ориентация на удовлетворение потребностей заинтересованных сторон (стейкхолдеров)

Данная концепция появилась после концепции управления, ориентированной на повышение стоимости компании, и позиционировалась как замена VBM. Действительно, компания обязана своим существованием не только собственникам, но и множеству других сторон (менеджерам, кредиторам, персоналу, профсоюзам, правительственным учреждениям и обществу в целом) – т.е. различным группам заинтересованных сторон или стейкхолдерам.

Чаще всего при управлении предприятием с ориентацией на стейкхолдеров, в качестве критерия эффективности деятельности выдвигается аддитивный показатель, учитывающий интересы всех этих сторон [249], или разрабатываются методики согласования соответствующих интересов. Самый простой вариант – это ранжирование стейкхолдеров по критерию важности и последовательное удовлетворение интересов каждой категории заинтересованных сторон.

Таблица 1.2 – Критерии эффективности деятельности компании с позиции различных стейкхолдеров

Стейкхолдеры	Критерии эффективности деятельности
Собственники (инвесторы)	Дивиденды, рост стоимости акций
Менеджеры	Экономические показатели компании, от которых зависит доход менеджера: прибыль, выручка, рентабельность, оборачиваемость, доля рынка и т.д.
Кредиторы	Надежность выплат по кредиту, обеспеченность кредита активами, минимизация риска
Персонал (работники)	Размер заработной платы, профессиональный рост
Правительственные учреждения	Уровень налогов, занятость населения (уровень безработицы), обороноспособность страны (для стратегических предприятий)
Общественные группы: профсоюзы, средства массовой информации, политические партии и т.д.	Экологическая безопасность, криминогенная обстановка, политическая лояльность и т.п.

М. Дженсен, в работе [59], предложил гибридную модель – расширенную концепцию максимизации стоимости, которая учитывает интересы стейкхолдеров в качестве одного из условий достижения максимальной стоимости акционерного капитала в долгосрочном периоде.

Существенным недостатком стейкхолдерской стоимости (stakeholder value, STV) является то, что целевая функция является многокритериальной, которую чаще всего нельзя полностью описать количественно. Так, в работе [175], решение многокритериальной задачи управления проектом, с учетом интересов стейкхолдеров, достигается за счет итерационных процедур согласования мнений.

Еще одним аргументом против концепции стейкхолдеров при управлении промышленными предприятиями является совместный контроль над принятием решений, вызванный необходимостью учета интересов нефинансовых (не инвестирующих в компанию) стейкхолдеров, что одновременно может привести к конфликту интересов, ущемлению прав инвесторов и уменьшению финансирования со стороны последних.

Тем не менее важность учета интересов стейкхолдеров со временем будет только возрастать [249]. Поэтому можно говорить о том, что наиболее актуальной для целей управления является концепция, ориентированная на рост акционерной

стоимости, с элементами учета интересов остальных стейкхолдеров (по мере необходимости).

Возникновение и развитие системных представлений

Можно выделить три периода формирования системных взглядов в истории человечества [440] (таблица 1.3).

Таблица 1.3 – Этапы возникновения и развития системных взглядов

Этап	Период	Особенности
I	С глубокой древности до начала XX в.	Появление системных взглядов, идей; знания носят разрозненный характер, аккумулируются в различных философских учениях
II	С начала XX в. до середины XX в.	Формирование первых системных теорий в различных отраслях знаний
III	Со второй половины 50-х годов XX в. до настоящего времени	Системность становится всеобщим мировоззрением и методом научного познания мира, на базе которого делаются научные открытия и строятся прогнозы развития объектов различной природы

В XX веке на основе системных взглядов были сформированы различные научные теории и методы (таблица 1.4), которые развивались относительно самостоятельно [162, 346].

Таблица 1.4 – Направления системных исследований

Направления	Период возникновения	Авторы
Тектология	1924 г.	А.А. Богданов (Малиновский)
Теория систем	1930-е гг.	Л. фон Берталанфи, К. Боулдинг, Дж. ван Гиг, М. Месарович, В.Г. Афанасьев, И.В. Блауберг, С.П. Никаноров, В.Н. Садовский, В.С. Тюхтин, А.И. Уемов, Ю.А. Урманцев, Э.Г. Юдин и др.
Кибернетика	1934 г.	Н. Вивер, У.Р. Эшби, А.И. Берг, Л.П. Крайзмер, Н.Е. Кобринский, Л.Т. Кузин, Е.З. Майминас, Л.А. Растригин и др.
Теория решения изобретательских задач	1946 г.	Г.С. Альтшуллер
Системология	1950-е гг.	В.Т. Кулик, И.Б. Новик, Б.С. Флейшман, В.В. Дружинин, Д.С. Конторов, Б.Ф. Фомин и др.
Системная динамика	1950-е гг.	Дж. Форрестер, Д.Х. Медоуз, Д.Л. Медоуз, М. Гудман, А.В. Федотов, А.А. Емельянов

Направления	Период возникновения	Авторы
Системный анализ	1960-е гг.	Ч. Дэвис, С. Зигфорд, Э. Квейд, В. Кинг, Д. Клиланд, С. Оптнер, С. Янг, Э. Янч, Ю.И. Черняк, Е.П. Голубков, Н.Н. Моисеев, Ф.И. Перегудов, В.Н. Сагатовский, Ф.П. Тарасенко, В.З. Ямпольский, С.А. Валуев, В.Н. Волкова, Ю.И. Дегтярев, А.А. Емельянов, В.Н. Козлов, Д.Н. Колесников и др.
Синергетический подход	1960-е гг.	И. Пригожин, И. Стенгерс, Г. Хакен, А.П. Руденко и др.
Системотехника	1960-е гг.	Г. Гуд, Р. Макол, Ф.Е. Темников, В.В. Дружинин, Д.С. Конторов, В.И. Николаев, А. Холл, Г. Честнат
Исследование операций	1960-е гг.	Р. Акофф, Е.С. Вентцель, Т. Саати, М. Сасиени, У. Черчмен, Ф. Эмери и др.
Информационный подход	1973 г.	А.А. Денисов
Ситуационное моделирование	1970-е гг.	Д.А. Поспелов, Ю.И. Клыков, Л.С. Загадская-Болотова
Концептуальное мета моделирование и проектирование	1990-е гг.	В.В. Нечаев, С.П. Никаноров

Итак, большое количество направлений в области системных исследований говорит об успешности системного описания явлений различной природы, в том числе и социально-экономических. Также большое количество направлений характерно для развивающихся концепций, в которых еще не сформировано единого подхода. В рамках настоящей работы предпринимается попытка развития системных взглядов на управление промышленными предприятиями и корпорациями.

1.2 Современная отечественная и зарубежная практика управления промышленными предприятиями

Современные концепции управления

Далее рассмотрим современные концепции управления промышленными предприятиями (таблица 1.5).

Таблица 1.5 – Современные концепции управления промышленными предприятиями

Концепция	Описание
Всеобщее управление качеством (Total Quality Management, TQM)	Концепция управления, основанная на производстве качественной, с точки зрения заказчика, продукции и услуг, при условии вовлечения в этот процесс всего персонала организации [46, 185].
Кайдзен (Kaizen)	Концепция, которая фокусируется на постоянном улучшении процессов за счет сокращения всех видов потерь. Реализация концепции не требует больших материальных или финансовых затрат, т.к. основное направление – это работа с имеющимися ресурсами [303, 251, 167].
6 Сигм (Six Sigma)	Концепция, ориентированная на минимизацию дефектов и отклонений в системе. В концепции «Шесть сигм», целевым значением является 3–4 дефекта на 1 миллион операций [87, 99, 361].
Теория ограничений (Theory of constraints, TOC)	Концепция, заключающаяся в том, что в один момент времени, в любой системе может находиться только одно ограничение. Это «бутылочное горлышко» определяет производительность всей системы. Минимальное количество затрат приводит к резкому росту функциональности системы [188, 235, 449, 221, 222, 220].
Реинжиниринг бизнес-процессов (Business Process Reengineering, BPR)	Концепция, которая подразумевает кардинальный пересмотр бизнес-процессов в организации и их радикальную реконструкцию [472, 471].
Система сбалансированных показателей (Balanced Scorecard, BSC)	Концепция, которая использует четыре блока показателей, связанных с финансами, клиентами, бизнес-процессами и развитием персонала, согласовывая цели каждого работника и бизнес-единиц с целями предприятия в целом [262, 261, 365].
Управление на базе стандартов ISO 9001	Концепция, которая заключается в активном стимулировании такой организации различных процессов производства и работы компании в целом, при которой обеспечивается соответствие конкретным законодательным требованиям и наиболее полное удовлетворение желаний и запросов потребителей, а также партнеров по бизнесу. Исходя из этого, организация или компания, которая придерживается условий и требований данного сертификата, получает множество полезных возможностей, начиная от эффективной конкуренции с другими производителями и заканчивая существенным повышением качества изготавливаемого товара или оказываемой услуги [58].
Функционально-стоимостной анализ, ФСА (value analysis/value engineering, VA/VE)	Концепция, основанная на исследовании функций, с целью поиска оптимума между затратами на реализацию функции и ее полезностью [74, 61].

Концепция	Описание
Концепция цепочки создания ценности	Концепция, в соответствии с которой одной из основных задач управления является формирование цепочки ценностей. Согласно данной концепции цепочка ценностей представляет собой систему взаимосвязанных видов деятельности, каждая из которых должна приносить ценность потребителю, выполнять его требования, для лучшего удовлетворения потребностей. Взаимосвязь же проявляется в том, что каждый вид деятельности влияет на стоимость или эффективность другой деятельности [19, 40, 234, 396, 370].
Управление, ориентированное на рост стоимости компании (Value-Based Management, VBM)	Концепция, предусматривающая оценку результатов деятельности на основе стоимости компании и выстраивание по этому интегрированному показателю соответствующих рычагов управления [86, 289, 290, 336, 502].

Если сравнивать современные концепции управления предприятием с концепцией массового производства, преобладающей до середины XX века, можно отметить следующие различия (таблица 1.6) [406, 353].

Таблица 1.6 – Сравнение современных концепций управления промышленными предприятиями с концепцией массового производства

Предмет сравнения	Массовое производство	Современные концепции
Базисная ориентация	Продукт	Клиент
Работник	Рабочая сила (затраты)	Носитель компетенций
Организационные формы	Отдельные рабочие места	Командная работа
Отношение к браку	Допустимый уровень	Абсолютное качество
Снижение себестоимости	За счет объемов	За счет оптимизации процессов
Инновации осуществляются	Специалистами	Всем персоналом

Учет мировых трендов в принятии решений по развитию промышленных предприятий

Любое предприятие находится в среде, которая воздействует на него. На сегодняшний день можно выделить ряд глобальных трендов, которые необходимо учитывать при формировании управления предприятием.

Глобализация экономики и дальнейшее разделение труда

Согласно концепция Р. Болдвина о двух «великих разделениях» (great unbundling) [7], первое глобальное разделение труда произошло в результате научно-технической революции [233], позволившей отделить процесс производства (фабрики и заводы) от потребителей промышленных товаров. Второе разделение произошло в результате развития информационных технологий в XX века, позволивших осуществлять управление из любой точки мира. В результате произошло отделение административных функций от производства [234].

Глобализацию, как явление, можно рассматривать в качестве процесса распространения новых технологий, начиная со времен научно-технической революции XVIII–XIX веков [430]. Мировое разделение труда в конечном итоге привело к появлению групп «высокоразвитых» стран, которые используют передовые технологии для вытеснения с региональных рынков местных компаний. Как следствие этого процесса стало появление транснациональных корпораций (ТНК), имеющих свои подразделения в различных странах мира. В настоящий момент происходит размывание значимости национальных границ, когда транснациональные компании становятся активными участниками международных отношений [194].

В целях настоящей работы следует отметить, что в результате процесса разделения труда, происходит отделение производства от разработки продукции. При этом меняется функция промышленных предприятий. Они все более становятся не центрами по разработке и производству продукции, а центрами предоставления услуг по производству, предоставляемых разработчикам продукции. Следствием этого процесса является появление стран, в которых основная часть ВВП формируется за счет нематериальных производств – ИТ-индустрия, медиа-индустрия, исследования и разработки, финансовый сектор (экономика, основанная на знаниях), и стран, в которых сосредоточенно большая часть мирового материального производства (гипериндустриальные страны).

Итогом глобализации является формирование единого мирового рынка, появление крупных участников (ТНК), обладающих значительными как финансовыми,

так и научными ресурсами, способными в значительной степени влиять на уровень конкурентной борьбы.

Сотрудники Швейцарского федерального института технологий в Цюрихе (Swiss Federal Institute of Technology), исследуя участие различных организаций в акционерном капитале крупнейших предприятий мира, выявили, что подавляющее влияние на их управление оказывает небольшое число транснациональных компаний [108]. В частности, ими было выделено 147 корпораций, владеющих по меньшей мере 60% мирового корпоративного капитала (рис. 1.1).

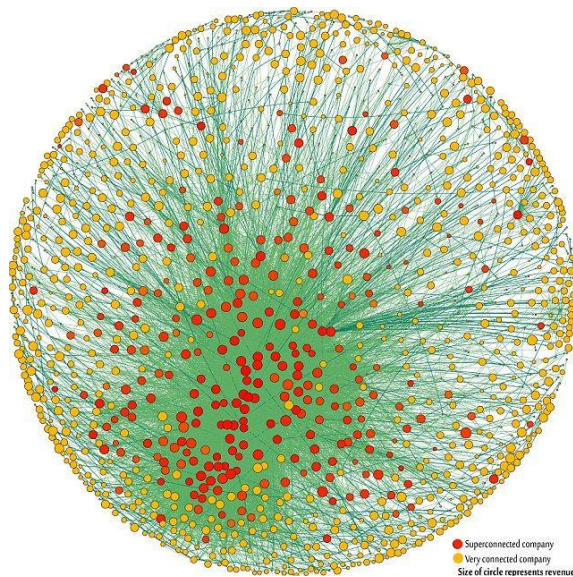


Рис. 1.1 – Афилированность компаний мира [108]

Примечание. 1318 транснациональных корпораций, которые составляют ядро мировой экономики. Взаимосвязанные компании – красные, очень связанные компании – желтые. Размер точки представляет доход

Стоит отметить, что даже наиболее крупные корпорации также входят в капиталы друг друга (рис. 1.2).

Рост мирового долга

Размеры мирового долга достигли таких значений, при которых происходит изменение культуры потребления. Если на первоначальной стадии появление кредитных возможностей стимулирует людей к наращиванию потребления, то, при достижения значительных размеров, долг оказывает обратное воздействие. В силу того,

что все большая часть населения не в состоянии обслуживать кредиты, она вынуждена отказаться от кредита, что, в свою очередь, ведет к снижению потребления в целом и замедлению мировой экономики в частности.

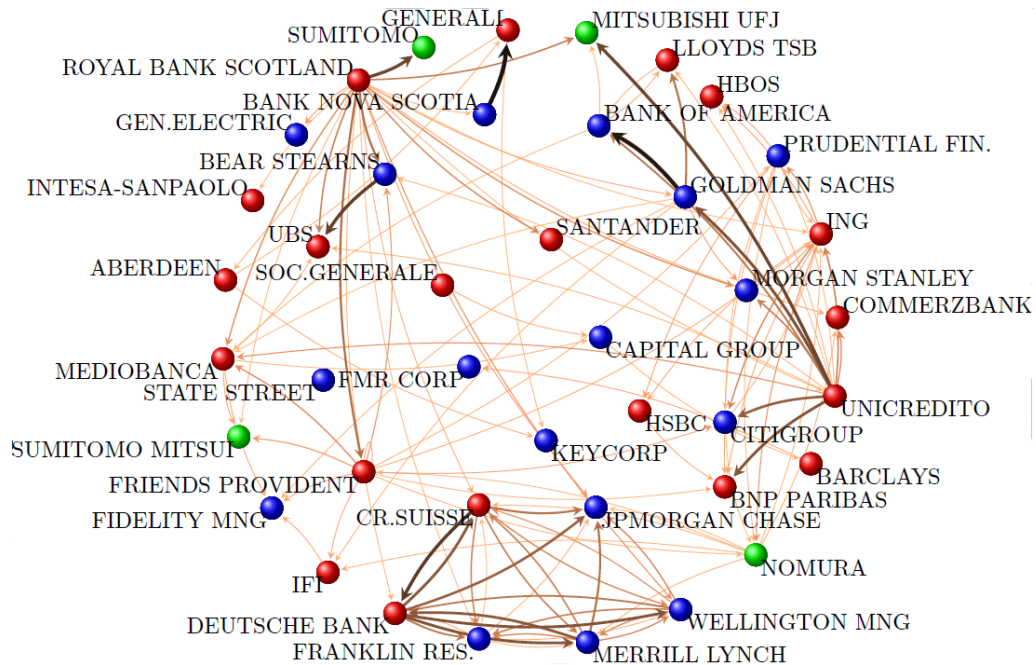


Рис. 1.2 – Связь наиболее крупных ТНК мира [108]

Примечание. Цветом обозначена географическая принадлежность: ЕС (красный), США (синий), другие страны (зеленый). Ширина и темнота ссылок показывают степень связанности

Глобальный долг достиг в 2017 году уровня 184 триллиона долларов, что составляет 225% мирового ВВП. При этом наибольший долг держат наиболее богатые экономики мира. На долю трех крупнейших заемщиков в мире – Соединенных Штатов, Китая и Японии – приходится более половины мирового долга, что превышает их долю в мировом производстве (рис. 1.3) [73].

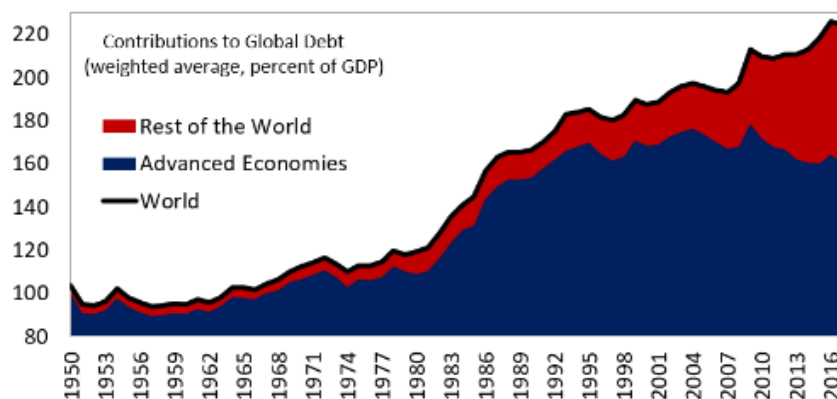


Рис. 1.3 – Мировой долг [73]

Мировые кризисы и программы «количественных смягчений»

Мировой финансовый кризис 2007–2009 гг., известный как кризис ипотечного долга Америки, по мере своего развития охватил все отрасли мирового хозяйства и привел к банкротству множества промышленных предприятий.

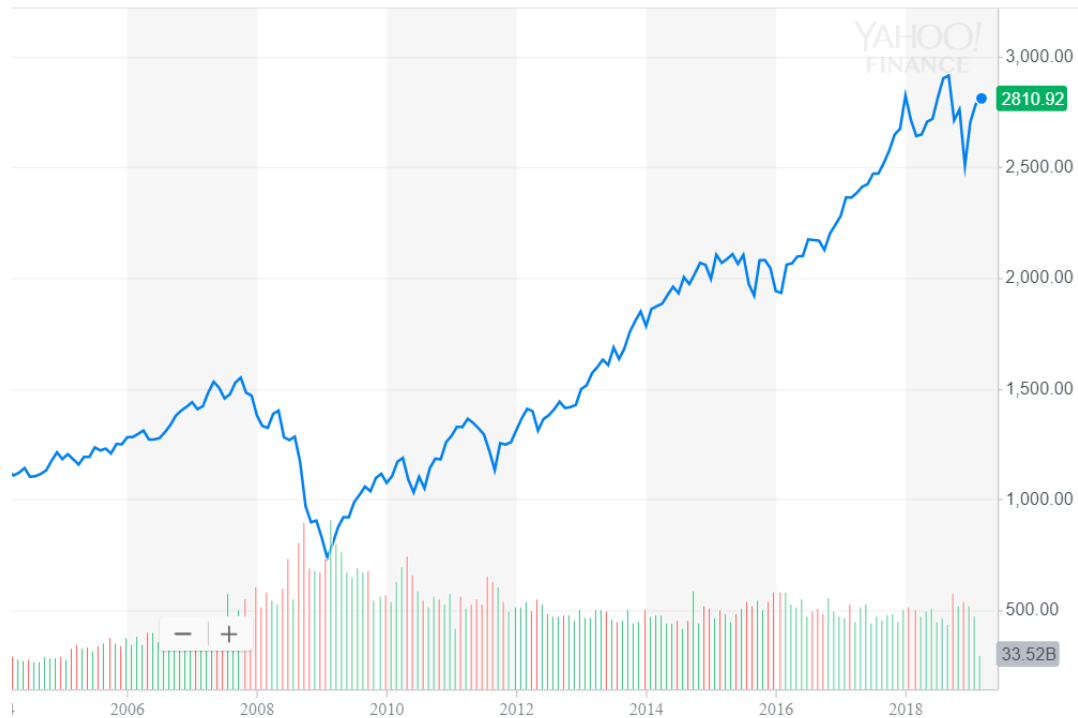


Рис. 1.4 – Исторический график индекса S&P500

Средствами преодоления кризиса стали повсеместные программы правительств по выкупу «плохих» долгов и снижение стоимости кредита (рис. 1.5).

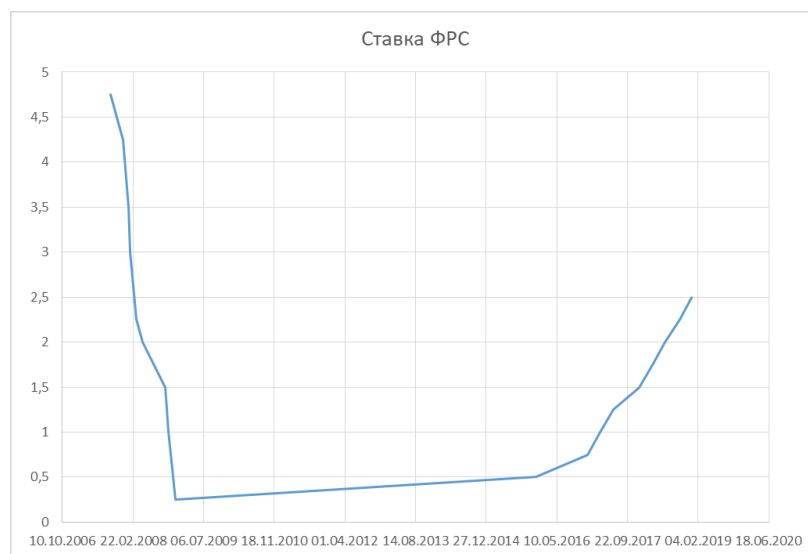


Рис. 1.5 – Динамика ставок по кредитам

Несмотря на положительные изменения в результате этих мероприятий и оживление мировой экономики, рост мирового долга продолжается. Меры стимулирования потребления, за счет снижения ставок по кредитам, уже исчерпали себя. В этой связи можно прогнозировать неизбежные проблемы в мировой экономике, связанные с накопленным долгом, и приводящим к глубокому экономическому кризису и спаду производства.

Цифровизация

Повсеместно происходит модернизация традиционных отраслей экономики, выражающаяся во внедрении информационных технологий. Появляются новые цифровые продукты и услуги, формируются новые рынки. Данная тенденция нашла свое отражение в Программе развития цифровой экономики в Российской Федерации до 2035 года [403]. Целью программы является создание инфраструктуры цифровой экономики и обеспечение мирового лидерства российских компаний, в условиях формирования глобальной цифровой экосистемы.

Согласно Программы, в промышленности будут наблюдаться следующие изменения [403, 229]:

- массовое внедрение интеллектуальных датчиков в оборудование и производственные линии (технологии индустриального Интернета вещей);
- переход на безлюдное производство и массовое внедрение роботизированных технологий;
- переход на хранение информации и проведение вычислений с собственных мощностей на распределенные ресурсы («облачные» технологии);
- сквозная автоматизация и интеграция производственных и управленческих процессов в единую информационную систему («от оборудования до министерства»);
- переход на обязательную оцифрованную техническую документацию и электронный документооборот («безбумажные технологии»);

- цифровое проектирование и моделирование технологических процессов, объектов, изделий на всем жизненном цикле от идеи до эксплуатации (применение инженерного программного обеспечения);
- применение технологий наращивания материалов взамен среза («аддитивные» технологии, 3D-принтинг);
- применение мобильных технологий для мониторинга, контроля и управления процессами в жизни и на производстве;
- развитие технологий промышленной аналитики;
- переход на реализацию промышленных товаров через Интернет;
- массовое индивидуальное производство (персонализация товаров не будет увеличивать стоимость за счет использования аддитивных технологий);
- сервисная бизнес-модель;
- прогнозное обслуживание;
- прогнозирование качества;
- отслеживание состояния;
- совместное использование ресурсов;
- мгновенное реагирование;
- цифровое рабочее место;
- 100% утилизация и переработка;
- промышленный Интернет вещей.

Цифровизация в управлении, как в промышленности, так и в государственном управлении, проявится в виде:

- получения данных в реальном времени;
- управления экономическими процессами, основанного на автоматизированном анализе больших данных;
- высокой скорости принятия решений, изменения правил в реальном времени – мгновенное реагирование на изменения и интерактивность среды;
- приближения конкретных пользователей к производителям (пользователь становится ближе благодаря мобильным устройствам и Интернету вещей).

Умное управление

Главной технологией конца XX века, изменившей мир, стало появление глобальной сети Интернет. С каждым годом растет количество устройств, подключенных к сети Интернет. И если в первые годы рост был обусловлен подключением новых пользователей, то в настоящее время основной рост приходится на подключение устройств, не управляемых человеком.

В 1999 году футуролог Кевин Эштон (Kevin Ashton) впервые использовал термин «Интернет вещей» (Internet of things – IoT) для обозначения взаимодействия без участия человека устройств, подключенных к сети Интернет. Также в конце 90-х годов исследователями в области искусственного интеллекта (Artificial Intelligence) была предложена концепция «встроенных агентов» (Embedded Agents), т.е. устройств, снабженных вычислительными процессорами на базе технологии искусственного интеллекта. Объединенные в сети такие устройства могут создавать «интеллектуальные среды» (Intelligent Environment) [22].

По прогнозам компании Ericsson, к Интернету в 2022 году будет подключено около 29 млрд. устройств, из которых около 18 млрд. будут связаны с IoT [56].

Интернет вещей не является новой технологией, скорее это новый подход к потреблению вещей. Основными компонентами умных устройств (устройств IoT) стали датчики, собирающие данные непосредственно при эксплуатации. В дальнейшем эти данные могут быть переданы производителю [85]. Как следствие, произошел резкий рост объемов данных, передающихся по сети и требующих обработки. Успехи в обработке больших массивов данных (Big Data), привели к возможности делать качественную аналитику процесса потребления, без непосредственного участия покупателя.

Дальнейшее распространение данного подхода со сферы потребления на производственную сферу привело к включению в сеть не только устройств, которые используют конечные потребители (чаще всего, бытовых приборов), но и производственного оборудования, которое в настоящий момент снабжается большим количеством датчиков, отслеживающих состояние оборудования.

Проведение анализа потока данных от производственного оборудования, позволило проводить оптимизацию работы и своевременную настройку, что привело к снижению количества брака и накладных расходов. Во многих случаях, при организации работы парка умного оборудования, ему была передана функция принятия решений по организации бизнес-процессов в зависимости от складывающейся ситуации. С учетом высокого быстродействия машин, в настоящее время удастся решить те задачи, которые ранее для человека были не доступны.

Повсеместное внедрение подключения к Интернет промышленного оборудования привело к появлению «умных фабрик» с высокой степенью цифровой автоматизации управления. В этой связи встал вопрос о появлении цифровых отраслей, идущих на смену традиционной организации промышленного производства [190]. Так, впервые в 2011 году в Германии на Ганноверской ярмарке прозвучал термин «Индустрия 4.0» (Х. Кагерман, В.-Д. Лукас и В. Вальстер) [480]. На данной выставке было заявлено, что с приходом четвертой промышленной революции, Германия должна сыграть ведущую роль в ее становлении. Для этого в 2012 году была разработана стратегия развития промышленности Германии под названием «Платформа Индустрии 4.0» и государственная программа «Промышленность 4.0». Ключевым моментом стратегии стала всеобщая интернетизация (подключение к сети Интернет) промышленного оборудования.

Аналогичные программы разработали также в Китае – «Индустрия +» и США – «Advanced manufacturing». В России в 2014 году создана «Национальная технологическая инициатива (НТИ)» [165], в 2017 году Федеральная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [402]. Большинство ведущих стран всерьез озаботилось повышением эффективности производства за счет глобальных сетевых технологий и алгоритмов обработки информации для принятия управленческих решений с опорой на данные (кибернетический подход). В настоящий момент, общим термином, обозначающим систему связанного общей сетью промышленного оборудования со встроенными датчиками и программным обеспечением, характеризую-

щуюся автономным режимом работы и возможностью удаленного контроля, и предназначенную для сбора и обмена информацией, является – «Industrial Internet of Things» (IIoT, «Индустриальный (промышленный) интернет вещей») [229].

Таким образом, одним из главных стратегических направлений развития промышленности в XXI веке для многих стран мира стало появление цифровых автоматизированных производств, способных принимать решения в режиме реального времени без участия человека.

Наблюдается процесс децентрализации управления в промышленности при решении производственных задач. Децентрализация является следствием потребности в быстрой перестройке производства, которая связана с растущей скоростью изменения внешней среды (потребности потребителей, действия конкурентов, изменение технологий, законодательства и т.п.). Высокоцентрализованные производства в таких условиях проигрывают конкурентную борьбу, в связи с большими издержками, идущими на управление.

Телекоммуникационные сети как основная инфраструктура экономики

Практически все направления хозяйственной деятельности предприятий и организаций осуществляются посредством телекоммуникационных сетей, которые стали базовой инфраструктурой современной экономики [457]. При этом большая часть технологий и технических решений в области передачи данных принадлежит небольшому количеству компаний, таких, например, как Microsoft и Apple. Рынок корпоративных систем управления (MIS, MES, ERP, MRP системы) поделен между ORACLE, Microsoft, SAP. Электронные системы осуществления платежей – между VISA и MasterCard.

Данное положение создает дополнительные риски и угрозы внешнего характера для обычных компаний. Особенно в мире, где знания информации о конкурентах становится решающим фактором в борьбе за рынки.

Проводя сравнительный анализ управленческих концепций и мировых трендов можно говорить о том, что многие из них «морально устарели» и не способны справиться с трудностями в управлении промышленными компаниями и корпорациями на современном историческом этапе.

Снижение сроков внедрения новых технологий

Если на заре научно-технической революции время между открытием и его технической реализацией могло достигать десятков лет, то постепенно сроки внедрения новшеств существенно сократились. В настоящий момент можно говорить о том, что наблюдается почти одновременное появление заявки на изобретение и ее техническая реализация (рисунок 1.6).

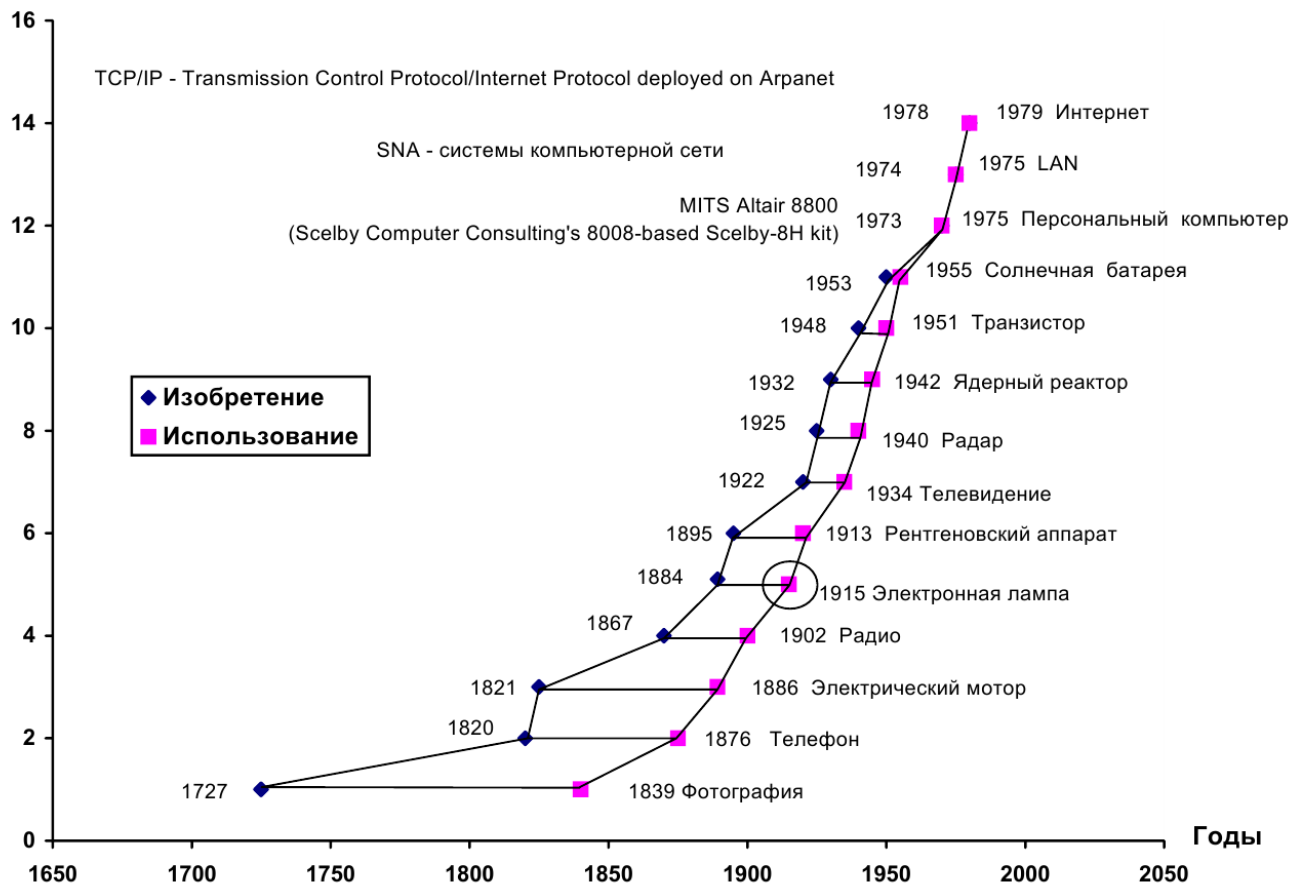


Рис. 1.6 – Время между открытием и его технической реализацией [117]

Данная тенденция отражает тот факт, что срок жизни патента, в ходе которого можно его коммерциализировать, очень небольшой, т.е. очень быстро появляются идентичные разработки, способные конкурировать между собой. Поэтому разработчики стараются как можно быстрее довести свое изобретение до практической реализации.

1.3 Повышение роли технологического развития в процессе управления современным промышленным предприятием

Проведенный анализ патентного права позволил провести периодизацию процесса управления интеллектуальной собственностью и определить роль и значение технологий и связанных с ними патентов с момента их возникновения и до настоящего времени. Трансформация стратегий технологического развития идет по пути усиления роли технологий в современных промышленных предприятиях.

Стратегии технологического развития и эволюция концепций управления интеллектуальной собственностью

Первые патенты на изобретения, в современном понимании этого слова, появились еще в конце XV века в Венецианской Республике. Затем патентное право постепенно распространилось по всей Европе. В США первый закон о патентах появился в конце XVIII века, а в России – в начале XIX века («Закон о привилегиях» 1812 года) [387]. Однако на первом этапе привилегия (а не право) на получение патентов была доступна только физическим лицам. Возможность получения патентов юридическими лицами появилась только в начале XIX века. С этого периода и будем вести хронологию концепций управления интеллектуальной собственностью предприятий (таблица 1.7).

Первый этап (начало XIX в. – 70-е гг. XX в.)

Для первого этапа управления технологиями и интеллектуальной собственностью было характерно наличие свободного подхода к управлению разработками технологий и ноу-хау, когда корпоративные отделы НИОКР имели значительную самостоятельность как в вопросах выбора направлений исследований, получения патентов на изобретения и прав на изобретения, так и в вопросах контроля над процессами выполнения работ и организации учета затрат, связанных с разработками технологий и т.п. [462]. Зачастую эти отделы занимались проектами, которые не имели прямой связи с основными направлениями развития бизнеса. Управление интеллектуальной собственностью осуществлялось непосредственно исследователями.

Таблица 1.7 – Эволюция концепций управления интеллектуальной собственностью предприятий

		I этап (нач. XIX в. – 70-е гг. XX в.)	II этап (70-е гг. XX в. – 80-е гг. XX в.)	III этап (80-е гг. XX в. – по наст. время)
Критерии сравнения	Суть стратегии технологического развития	Свободный подход к управлению разработками технологий	Повышение эффективности развития технологии	Инновационная платформа
	Особенности этапа	- Идеи, связанные с созданием инновационных продуктов, возникали в подразделениях НИОКР, при этом рынку отводилась пассивная роль по принятию результатов исследований и разработок; - управление интеллектуальной собственностью осуществлялось непосредственно исследователями	- Идеи создания новых продуктов возникают в результате обнаружения потребностей потребителей; - фокусировка исследований на запросы рынка; - исследования ведутся с учетом используемых технологий; - упор на управление затратами и повышение эффективности разработок; - проведение исследований с учетом общей стратегии развития бизнеса; - формирование межфункциональных рабочих групп	- Стратегическое распределение управленческих ресурсов; - проведение исследований с ориентацией на потребности потребителей; - управление портфелем технологий; - тесная стратегическая интеграция взаимодействующих компаний
	Подчиненность подразделения НИОКР	Высокая степень самостоятельности подразделения, занимающегося НИОКР	Подразделения НИОКР подчиняются непосредственно руководству компании, утрачивая свою самостоятельность	Подразделения НИОКР и подразделения, занимающиеся исследованиями рынка, выводятся из структуры компании и начинают обслуживать интересы сразу нескольких предприятий
	Основная функция патентов	Защита от копирования продукта (защитная функция)	Создание дополнительных конкурентных преимуществ предприятия и защита как самого продукта, так и технологий, необходимых для его производства (функция обеспечения конкурентоспособности)	Патент становится товаром (объектом купли-продажи), обеспечивая получения дополнительных доходов (доходная функция)
	Количество патентов, действовавших в одном продукте	1 патент = 1 продукт	Один продукт защищается множеством собственных патентов («патентный зонтик»)	Один продукт защищается множеством как своих, так и сторонних патентов

В этот период, как правило, действовала формула: «1 патент = 1 продукт», т.е. при разработке какого-либо продукта задействовался обычно один патент, а основной функцией патентов являлась защита разработок от возможных подделок со стороны конкурентов.

Второй этап (70-е гг. XX в. – 80-е гг. XX в.)

С повышением роли и значения стратегического управления изменился и подход к управлению технологиями. В рамках данного этапа большое внимание стало уделяться выработке единой стратегии развития предприятий. При этом повышение эффективности развития технологий рассматривалось в качестве важнейшей стратегической задачи, а основной функцией патентов стало создание дополнительных конкурентных преимуществ предприятия.

Постепенно отделы НИОКР утратили свою самостоятельность, а контроль над разработками технологий перешел в руки руководства корпорации. Учет расходов был передан подразделению, отвечающему за финансы компании.

Корпорации, осознав важность патентной защиты на изобретения, активизировали свои усилия в этом направлении. Поэтому на втором этапе управления интеллектуальной собственностью успешность компании оценивалась на основе количества разработанных патентов.

Многие страны и сейчас делают ставку на активную политику в области патентной защиты собственных изобретений. Так, проведенный сравнительный анализ статистических данных о патентной активности стран мира, который выпускается Всемирной организацией интеллектуальной собственности (World Intellectual Property Organization), позволил установить, что в настоящее время в рейтинге стран мира по количеству патентов лидерами являются: Китай, США, Япония, и Южная Корея. Россия в этом рейтинге занимает лишь 12 позицию [372].

Впервые за много лет, американские компании получили в США меньше патентов, чем иностранные. Несмотря на то, что американские компании по количеству патентов отстают в рейтинге, они значительно опережают иностранцев по способности извлекать из своих изобретений прибыль. Так, по данным Worldscope, у IBM рентабельность инвестированного капитала в среднем составляет 29%, у

Microsoft – 36%, а у Intel – 10%. При этом показатели Samsung и Canon не превысили 10%, а у Panasonic и Toshiba оказались и вовсе отрицательными [296].

Если проводить анализ на уровне корпораций, то, согласно данным аналитической фирмы IFI Claims Patents Services, лидером по количеству регистрируемых патентов является компания International Business Machines Corp (IBM). Примечательно, что IBM уже в течение более двадцати лет удерживает лидерство в этом рейтинге. По подсчетам экспертов, в 2016 году компания IBM зарегистрировала 8 088 патентов, что составляет примерно 22 патента в день. На втором месте оказалась компания Samsung. За этот же период она зарегистрировала 5 518 патентов или 15 в день. Замкнула тройку лидеров Canon, которая зарегистрировала 3 665 патентов [91].

На данном этапе выбор приоритетных направлений проведения НИОКР осуществлялся в соответствии с основной стратегией компании. При этом критериями для расстановки приоритетов являлись перспективы развития научных и инженерных технологий и вклад, который то или иное изобретение и/или технология могли принести в дело решения проблем корпорации.

Появляются первые отделы интеллектуальной собственности, основными функциями которых являлось усиление позиций собственных патентов, увеличение монопольной власти предприятия на используемые технологии и обеспечение отрыва от основных конкурентов. Кроме того, они активно отслеживали случаи нарушения прав компании на интеллектуальную собственность, проводили анализ патентного ландшафта, чтобы сопоставить конкурентоспособность разрабатываемой продукции и установить возможные препятствия на пути ее патентной охраны.

Для данного периода было характерно то, что при создании одного продукта компания задействовала сразу несколько своих патентов.

Третий этап (80-е гг. XX в. – по настоящее время)

Третий этап управления интеллектуальной собственностью связан с появлением так называемых «инновационных платформ». Под «инновационной платформой» в рамках данного исследования понимается инновационный продукт, постро-

енный с использованием как своих, так и заимствованных технологий. Целью использования такого подхода является сокращение сроков выпуска востребованной рынком продукции, произведенной с использованием многокомпонентных технологий. Другими словами, такой подход позволяет объединить различные технологии, позволяя эффективно использовать как собственные наработки, так и интеллектуальную собственность других компаний.

Появление «инновационных платформ» было обусловлено рядом причин.

В 80-е годы прошлого века под воздействием возрастающей конкуренции, обусловленной глобализацией мирового рынка, многие корпорации задумались об изменении стратегии своего развития. ТНК стали делать ставку на политику слияний и поглощений, что способствовало концентрации капитала и производства в руках лидеров мирового бизнеса. Происходит также процесс взаимного проникновения капиталов между крупными корпорациями, о котором говорилось в п. 1.2 данной работы. Формирование международных стратегических альянсов и рост аффилированности ТНК привели к тому, что корпорациям стало не выгодно вести «войны» на уничтожение конкурентов.

Кроме того, ведение научных изысканий требовало от компаний огромных вложений, которые, зачастую не сразу окупались или не окупались вовсе, в силу того, что не были напрямую связаны с текущей деятельностью корпорации (сопутствующие изобретения). С ускорением темпов научно-технического развития инновационные разработки быстро утрачивают свою актуальность и на смену им приходят новые. Если компании длительное время не используют свои изобретения, затраты на них так и остаются не компенсированными. Компании не могли допустить, чтобы огромные средства, потраченные на разработки, были потрачены в пустую. Поэтому на данном этапе патенты вновь меняют свою функцию. Они становятся товаром, источником дохода, средством формирования стабильных денежных потоков, вне зависимости от того, связаны они с профилем деятельности компании или нет.

Для данного этапа также характерным является то, что в одном продукте стало использоваться огромное количество патентов. Так, при создании первого iPhone,

разработанного компанией Apple, было задействовано более 200 различных патентов [348].

Подводя итог вышесказанному можно заключить, что если ранее в процессе управления интеллектуальной собственностью наиболее важным являлось патентование собственных изобретений, рожденных в недрах отдела НИОКР, то на данном этапе управления технологиями, основную роль стала играть способность компании объективно оценить перспективы и потенциал своих патентов и патентов других компаний. Основными условиями успеха корпорации стали ее способность продвигать кросс-лицензирование на выгодных для себя условиях, генерировать прибыль от эксклюзивных прав на интеллектуальную собственность по отношению к другим компаниям и грамотно формировать свое патентное портфолио.

Если мы хотим использовать возможности современной концепции управления технологиями, сформировать собственные «инновационные платформы» и расширить свой инновационный потенциал, нам необходимо понять и принять новую роль интеллектуальной собственности. Совместное использование интеллектуальной собственности и взаимовыгодный обмен позволят создать инновационные продукты с высокой добавленной стоимостью.

Анализ финансирования НИОКР

Согласно конференции ООН по торговле и развитию (ЮНКТАД), международный обмен технологиями представляет собой сделки на основе соглашений между сторонами, которые преследуют в качестве своей цели уступку по лицензии или передачу прав на промышленную собственность, продажу или любой другой вид передачи технических услуг [373].

Субъектами мирового рынка технологий выступают как юридические лица (промышленные компании, государственные структуры, инновационные фирмы, образовательные учреждения, научно-исследовательские институты), так и физические лица (специалисты и ученые). При этом ведущими субъектами мирового рынка технологий являются транснациональные компании (ТНК). Объектами мирового рынка технологий являются результаты интеллектуальной деятельности как

в овеществленной (различные агрегаты, оборудование, инструменты, технологические линии и др.), так и в неовеществленной форме (информация, техническая документация, знания, производственный опыт) [130].

Наибольшее количество крупных компаний по объему инвестирования в НИОКР находится в США, Японии, Германии и Китае (рис. 1.8).

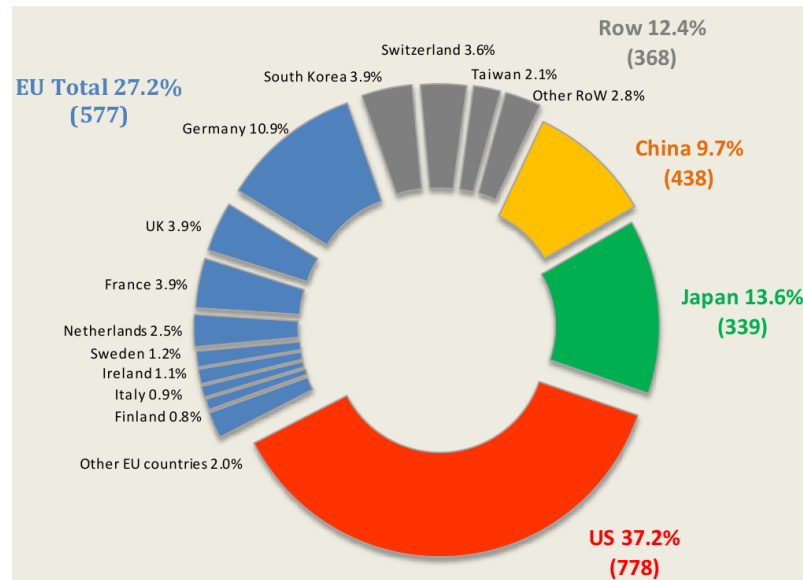


Рис. 1.7 – Распределение компаний, инвестирующих более 25 миллионов евро в НИОКР (2017)
Примечание. Данные инвестиции составляют примерно 90% от финансирования НИОКР в мире. Общая сумма инвестиций составляет 736,4 миллиарда евро [96]

Как можно видеть из рис. 1.8 и 1.9, во всем мире компании продолжают значительно увеличивать свои инвестиции в НИОКР.

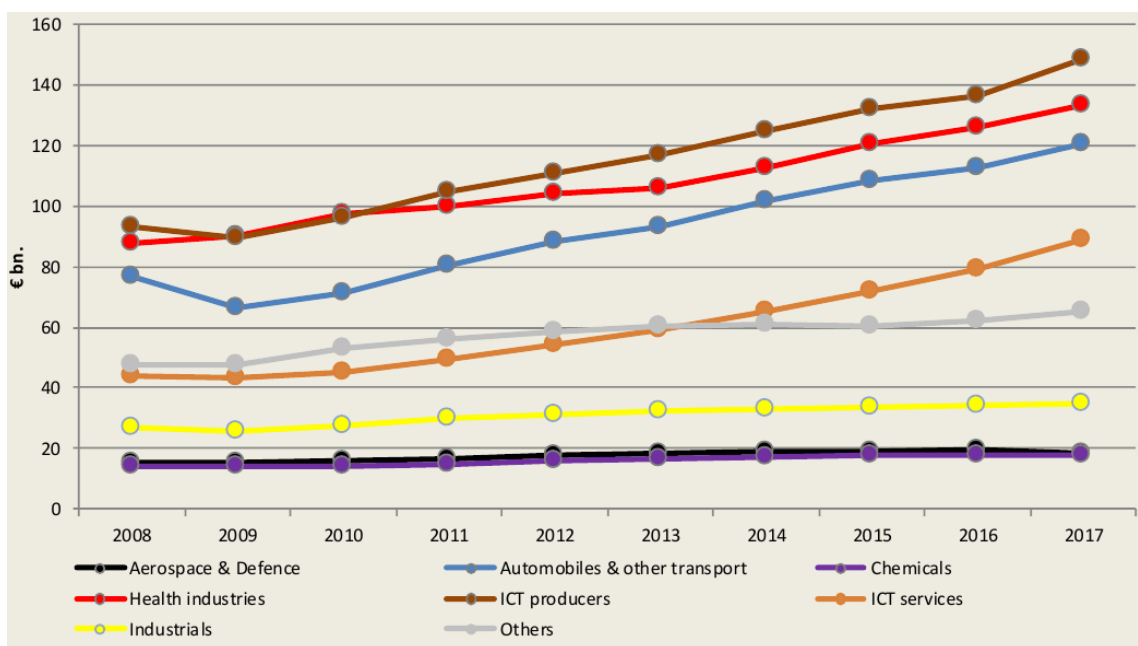


Рис. 1.8 – Динамика инвестиций в НИОКР для промышленных секторов в мире (млрд. евро) [96]

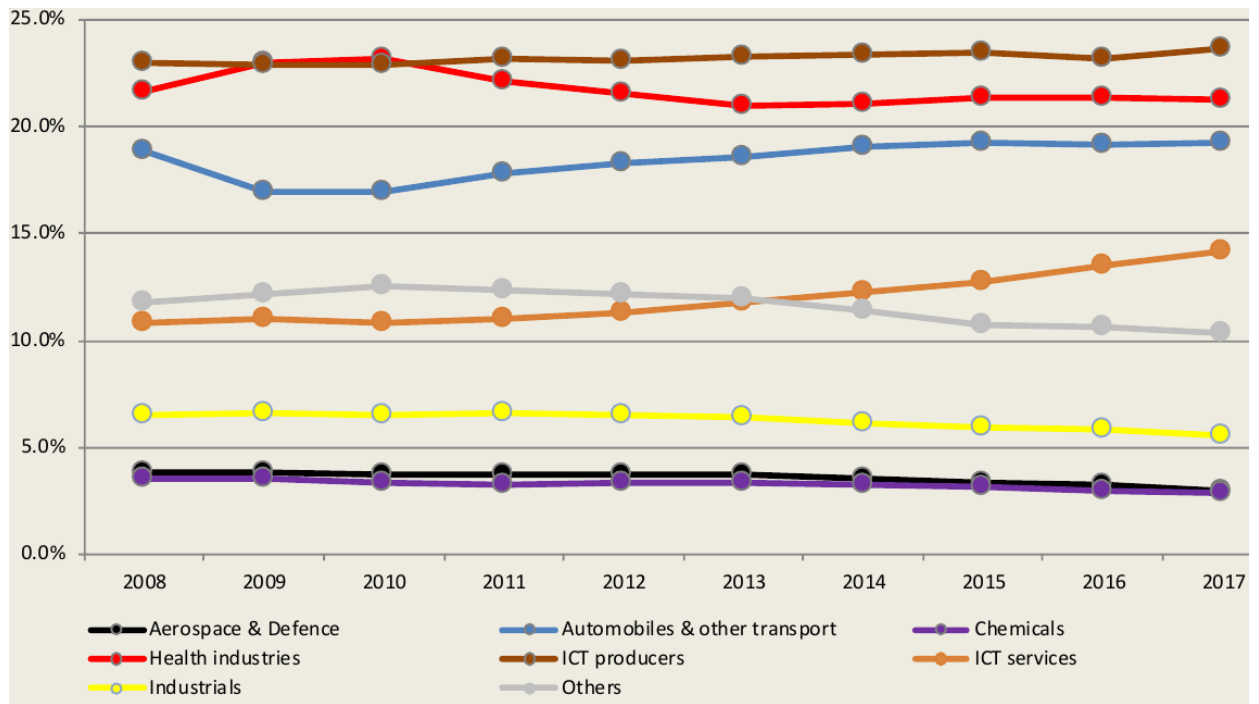


Рис. 1.9 – Динамика инвестиций в НИОКР для промышленных секторов в мире (процент от продаж) [96]

Направления осуществления НИОКР по секторам промышленности можно видеть в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – Расшифровка промышленных секторов

Сектор	Расшифровка
Aerospace & Defence	Космос, оборона
Automobiles & other transport	Автомобильные запчасти, автомобили, коммерческий транспорт и грузовики, шины
Chemicals	Бытовая химия, специальные химические вещества
Health industries	Биотехнологии, здравоохранение, медицинское оборудование, фармацевтические препараты
ICT producers	Компьютеры, электронное оборудование, офисная техника, полупроводники, телекоммуникационное оборудование
ICT services	Программное обеспечение, стационарная связь, мобильная связь, Интернет
Industrials	Диверсифицированные промышленные предприятия, промышленное оборудование, металлургия, транспортные услуги, контейнеры и упаковка
Others	Альтернативная энергетика, банки, строительные материалы, энергетика, финансовые услуги, продовольственные и лекарственные магазины, производители продуктов питания, лесное хозяйство и бумага, ЖКХ, страхование, средства массовой информации, добыча полезных ископаемых, производители нефти и газа, нефтяное оборудование, туризм, услуги и дистрибуция

По сравнению с развитыми странами расходы на НИОКР в российской промышленности низки как в абсолютном, так и в относительном измерении. Промышленные расходы на НИОКР оцениваются на уровне около 0,1% промышленных расходов на НИОКР в мире [436]. При этом изношенность основных фондов находится на достаточно высоком уровне и имеет тенденцию к росту. Так, по данным Федеральной службы государственной статистики (рис. 1.10) [465], примерно половина основных фондов в РФ полностью изношена.

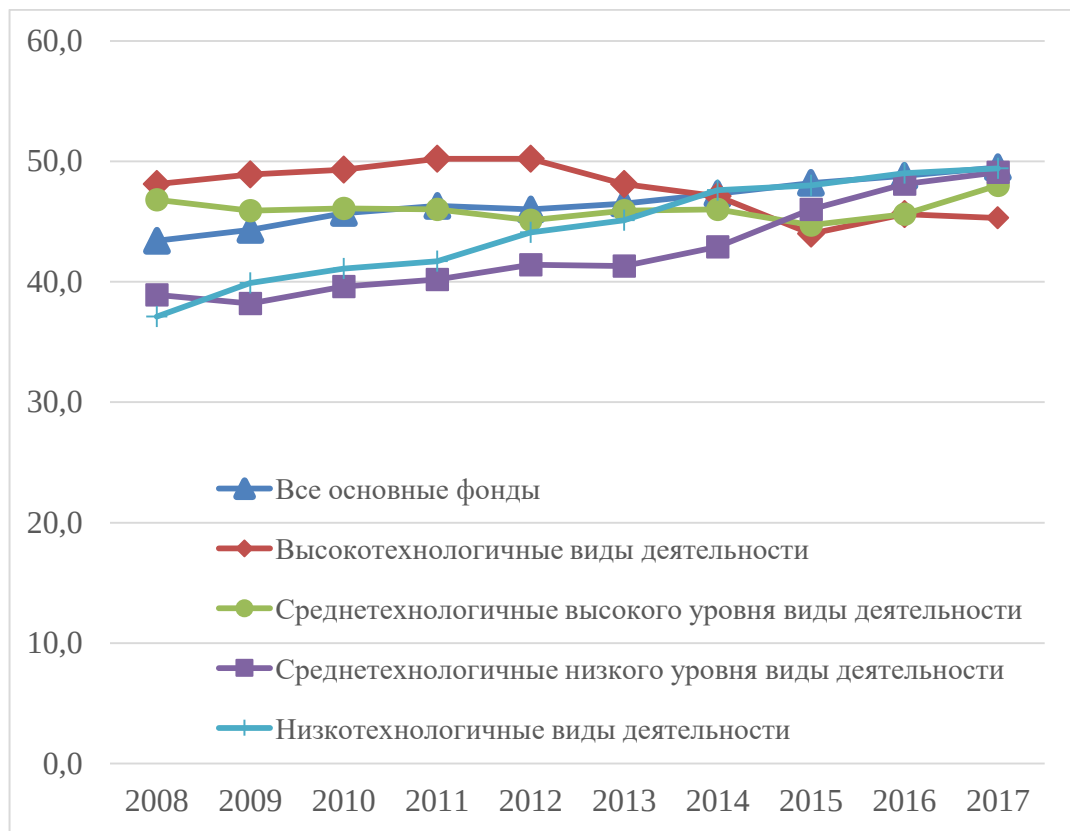


Рис. 1.10 – Степень износа основных фондов в Российской Федерации, %

При этом в год обновляется около 5% основных фондов (рис. 1.11), т.е. полное обновление основных фондов происходит в среднем за 20–25 лет. Данные темпы можно охарактеризовать как явно недостаточные, с учетом большого износа основных фондов и все более ускоряющихся темпов научно-технического прогресса.

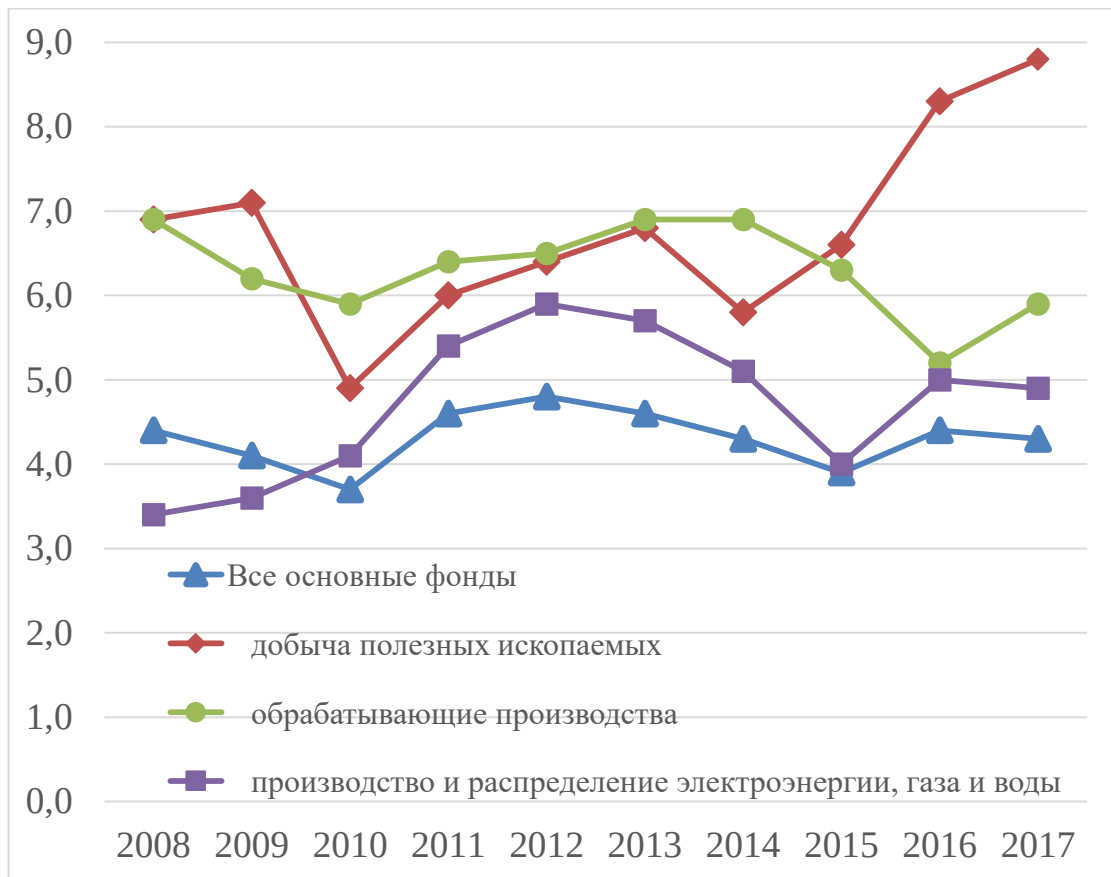


Рис. 1.11 – Коэффициент обновления основных фондов в Российской Федерации (удельный вес введенных за год основных фондов в их общем объеме), %

Проведенный анализ показывает значительное технологическое отставании российских компаний от ведущих компаний мира как по уровню технологий, так и по объемам финансирования НИОКР.

Тенденции в области создания и распространения технологий

Попытаемся выделить основные тенденции, наблюдаемые в современном мире, в области создания и распространения технологий. К ним, в частности, можно отнести такие как:

- разделения доходов в цепочке создания ценностей;
- распространение неэкономических методов конкурентной борьбы (санкции и барьеры);
- присвоение знаний и технологий из других стран со стороны стран-лидеров;
- передача странами-лидерами устаревающих технологий другим странам для «консервации» технологической отсталости последних;

- установление контроля над покупателями высокотехнологичного оборудования со стороны стран-лидеров;
- появление новой формы организации бизнеса в виде «системного интегратора».

Рассмотрим сущность и содержание выделенных тенденций более подробно.

Разделение доходов в цепочке создания ценности

Рассматривая глобальные процессы разделения доходов в ходе формирования конечной продукции (проектирование, производство, логистика, продажи), Дж. Хамфри и Г. Шмитца показали, что наибольшую долю прибыли получают компании, располагающиеся по краям цепочки создания ценности [54]. Данная концепция носит название Smiley Face (Smile curve) [112] из-за специфической формы графика добавочной ценности в цепочке создания ценности (рис. 1.12).



Рис. 1.12 – Smile curve

Из графика видно, что наибольшие доходы получают компании, занимающиеся исследованиями и разработками (R&D) или контролем рынков. В этой связи производственные компании находятся в наиболее неблагоприятной ситуации, т.к. в настоящий момент они не допускаются к распределению основной части прибыли, а остаются лишь низкорентабельными поставщиками производственных услуг. В

то время как ТНК занимаются преимущественно видами деятельности, представленными на концах цепочки создания ценности, т.е. берут на себя проведение НИОКР и организацию продаж.

О технологической развитости той или иной страны можно судить по доле экспорта продукции, созданной на базе передовых технологий, обеспечивающих создание наибольшей добавленной стоимости.

Так, конференция ООН по торговле и развитию (ЮНКТАД) [105] разделяет все технологии на четыре группы [234]:

- 1) высокие технологии (фармацевтика, коммуникационное оборудование, медицинское и оптическое оборудование, космические разработки);
- 2) высокие технологии среднего уровня (химическая промышленность, машиностроение, станкостроение, двигателестроение);
- 3) низкие технологии среднего уровня (производство продуктов нефтяной переработки, пластика, металлов, судостроение);
- 4) продукция низкого технологического уровня (пищевая промышленность, текстильная промышленность, деревопереработка и другие виды переработки).

Таким образом, основывая на представленной классификации можно говорить о том, что чем менее технологически развито производство, тем в большей степени оно зависит от компаний, контролирующих сбыт, либо занимающихся исследованиями и разработками в различных областях.

Вытеснение соперников на высококонкурентные рынки

Стратегия «Вытеснения соперников на высококонкурентные рынки» заключается в поддержке развития конкуренции на рынках поставщиков, которая ведет к снижению цен. Попытки увеличить доходы на таких рынках за счет наращивания предложения только усугубляют ситуацию [232].

Так, например, в период с 1983 по 1990 гг. США передали Южной Корее технологии и фотолитографические маски микросхем оперативной памяти, тем самым устранили монопольную позицию японских компаний на рынке. В результате в выигрыше оказалась компания IBM, производящая компьютерную технику [397].

Неэкономические методы конкурентной борьбы (санкции и барьеры)

В 2014 году США, ЕС и ряд других стран ввели в отношении России серию санкций. Поводом для этого послужили события на Украине в 2014 году и присоединение Крыма к России. Итогом принятых санкций стали: персональные санкции против отдельных физических лиц и организаций, «секторальные» санкции в отношении отдельных отраслей экономики России, а также санкции в отношении Крыма.

Самыми существенными санкциями, введенными странами Запада против Российской Федерации, явились ограничения, связанные с запретом на ввоз и распространение технологий.

Ограничительные меры порой вводятся не только против отдельных стран, но и конкретных хозяйствующих субъектов. Так, весной 2013 г. Бюро промышленности и безопасности при Министерстве торговли США внесло компанию «Т-платформы» в список компаний, которым запрещено передавать лицензии на экспорт, реэкспорт и осуществлять трансфер любых товаров и изделий, изготавливаемых в США или по американским технологиям в других странах мира [232].

По мнению А. Ионина [253], в подобных ситуациях можно говорить о наличии явных признаков колониализма, как системы господства группы развитых стран над остальным миром, но только в новом его проявлении – технологическом колониализме. Страны и компании, попадающие под санкции такого рода, не просто отсекаются от новых технологий, но и лишаются возможности работать на отдельных рынках. Список технологий, попадающих под запрет, является открытым, т.к. до конца остается не известным, какие именно технологии попадут под ограничения после нового витка санкций и окажутся недоступными.

Присвоение знаний и технологий из других стран со стороны стран-лидеров

На сегодняшний день ведущие страны активно используют наработки других стран посредством открытия различных фондов, раздающих гранты, программ международного научного сотрудничества, приглашения на стажировки в крупные компании и т.п.

Участие в различных научных проектах стран-исполнителей обычно предусматривает деление последних на главных и выполняющих второстепенную функцию накопления материала, основная задача которых сводится к своевременной передаче за рубеж полученных первичных данных, материалов и гипотез.

Передача странами-лидерами другим странам устаревающих технологий для консервации технологической отсталости последних

Транснациональная диффузия знаний и технологий обычно осуществляется одним из двух способов.

Заимствование технологий у стран-лидеров в первом случае осуществляется посредством имитации инновационной разработки [8]. При этом обычно копия является более дешевой версией своего прототипа. Подобные заимствования дают возможность компаниям-реципиентам частично приблизиться к странам-лидерами [17]. Для недопущения очередного отставания в подобных условиях важно вовремя обеспечить инновационный процесс необходимыми ресурсами с целью качественного улучшения и доработки исходной модели [53].

Другим способом заимствования технологий является заимствование не передовых, а уже устаревающих технологий, так называемых «second-hand-технологий». Это связано с тем, что попытки отсталой страны использовать новейшие разработки зачастую оборачиваются неудачами, вызванными несовместимостью этих технологий с местной культурой, технологической средой, институтами или простым отставанием в уровне компетенций местных специалистов [79]. Поэтому догоняющие страны делают ставку на заимствование менее продвинутых технологий. При этом они попадают в ловушку, т.к. всегда будут вынуждены находиться на вторых ролях и занимать слабые позиции на мировом рынке [232].

Однако, такой подход несет выгоды странам-лидерам, т.к. обеспечивает избавление их экономик от морально устаревающих технологий [29]. Продукты и технологии, которые реализуются передовиками международной конкуренции являются своего рода «дженериками», то есть, пользуясь медицинским термином, препаратами с истекшим сроком патентной защиты [80].

Доступность «second-hand-технологий» приводит к ослаблению внимания к собственным научно-исследовательским разработкам и оборачивается технологическим иждивенчеством для стран, их перенимающих.

Установление контроля над покупателями высокотехнологичного оборудования

Страны-лидеры в области станкостроения не раскрывают технологии изготовления своего высокотехнологичного оборудования. При этом закупаемые из-за рубежа станки и оборудование зачастую ставят страну, осуществляющую закуп этого оборудования, в зависимость от его обслуживания, от систем с числовым программным обеспечением, от специнструмента и комплектующих, необходимых для его бесперебойной работы.

Основываясь на отраслевой классификации Бенчмарк (International Classification Benchmark, ICB) [55], определяющей группировку отраслей в зависимости от интенсивности НИОКР (табл. 1.9), можно видеть, что производители промышленного оборудования значительно более интенсивно финансируют НИОКР, чем потребители этого оборудования, тем самым у промышленных предприятий растет зависимость от поставщиков оборудования и технологий.

Таблица 1.9 – Группировка отраслей в зависимости от интенсивности НИОКР

Интенсивность НИОКР	Сектора
Высокая	Космос, биотехнологии, производство компьютеров, компьютерные услуги, защита, офисное оборудование, здравоохранение, интернет, товары для отдыха, медицинское оборудование, фармацевтические препараты, полупроводники, программное обеспечение, технологическое оборудование и техника, телекоммуникационное оборудование
Выше среднего	Автомобильные запчасти, автомобили, коммерческий транспорт и грузовики, бытовая химия, контейнеры и упаковка, диверсифицированные промышленные предприятия, электрические компоненты и оборудование, электронное оборудование, финансовые услуги, товары для дома и домашнего строительства, промышленное оборудование, личные товары, специальные химикаты, службы поддержки, туризм
Ниже среднего	Альтернативная энергетика, стационарная связь, пищевая промышленность, сетевая торговля, средства массовой информации, нефтяное оборудование, услуги и дистрибуция
Низкая	Банки, строительные материалы, электроэнергетика, продовольственные и лекарственные магазины, лесное хозяйство и бумага, ЖКХ, металлургия, страхование, добыча полезных ископаемых, мобильная связь, производители нефти и газа, инвестиции в недвижимость и услуги, транспортные услуги

Благодаря развитию современных информационных технологий, поставщики оборудования имеют возможность контролировать, что именно, где и в каком объеме было произведено на соответствующих станках.

Кроме того, отдельное оборудование работает только при условии его подключения к сети Интернет для обеспечения обмена информацией с сервером производителя оборудования [234].

Появление новой формы организации бизнеса в виде «системного интегратора»

Одной из современных форм организации бизнеса является так называемый «системный интегратор». Под «системным интегратором» понимается крупная компания (корпорация), выступающая в качестве крупного заказчика, которая объединяет вокруг себя группы компаний-поставщиков и подрядчиков (субподрядчиков), обеспечивая их работой. При этом компания-интегратор получает возможность контролировать компании-партнеры. Компании-партнеры, инвестировавшие средства в разработку и организацию производства, попадают в зависимость от компании-интегратора. Такая форма организации бизнеса нашла наибольшее распространение в высокотехнологичных отраслях, основанных на применении информационных технологий, а том числе в авиа- и станкостроении, в оборонной промышленности, в массовых коммуникациях и т.п.

Примером системного интегратора может служить американская корпорация Boeing, поставщиками и субподрядчиками которой является более 3500 фирм, расположенных в 45 штатах в собственной стране и в 70-и иностранных государствах [106].

Подводя итог всему вышесказанному можно заключить, что на сегодняшний день роль технологий в мире чрезвычайно велика: важным становится не что производить, а как производить. Когда стоимость отдельных технологий превышает стоимость реальных активов, а трансферы за использование технологий (роялти) могут служить основным источником доходов корпораций. Это зачастую наблюдается при такой широкоизвестной форме организации бизнеса, как франчайзинг, который может рассматриваться как бизнес, основанный на продаже технологии, где непосредственный бизнес выступает в роли технологии.

В этой связи наличие большого количества индустриальных компаний в стране еще не говорит об уровне развития страны и ее суверенитете. Как было отмечено выше, конкуренция происходит посредством использования новых, более эффективных технологий. Ведущие компании мира стараются не передавать свои знания о технологиях в страны, где размещено их производство, оставляя за собой полный контроль над технологиями.

1.4 Методы и модели прогнозирования технологических изменений

Прогнозирование технологического развития является неотъемлемой частью управления промышленным предприятием. Целью прогноза является оценка уровня технического развития как самого предприятия, так и конкурентов на конкретный момент в будущем. Технологическое прогнозирование не изобретает новых методов и способов производства, оно лишь пытается их заранее предсказать [337].

Методы технологического прогнозирования можно сгруппировать следующим образом:

- 1) интуитивные методы;
- 2) методы прогнозирования отдельных характеристик.

Первая группа методов в основном связана с активизацией творческой деятельности и носит самый субъективный характер.

В противоположность первой группе методов, методы прогнозирования отдельных характеристик базируются на математико-статистических методах, позволяющих определять объективные тенденции развития. В то же время данная группа методов обладает существенным недостатком, связанным с тем, что она не анализирует внутренних механизмов развития. Ее прогнозы строятся на предположении, что тенденция будет сохраняться, без доказательства этого утверждения. В этой связи, в случае кардинальных изменений технологий, может приводить к существенным ошибкам в прогнозе.

Экспертные методы прогнозирования

Существуют такие области прогнозирования, где могут быть применены только экспертные методы, несмотря на множество недостатков присущих им, например, это прогнозирование новых, ранее не известных технологий, в этой области отсутствует ретроспективная информация.

Чаще всего экспертные методы строятся на работе группы специалистов таким образом, чтобы происходила минимизация ошибок, вызванная субъективностью мнений.

К экспертным методам можно отнести: метод комиссий, метод Делфи и т.п.

Прогнозирование по аналогии

Суть метода построения прогноза по аналогии заключается в сравнении исследуемой технологии с какой-либо технологией в прошлом. Для прогноза в известной технологии выбирается какой-либо параметр или показатель, например, темпы распространения, темпы снижения себестоимости и т.п. После чего проводится перенос этих тенденций на неизвестную технологию. Сложностью данного метода является отсутствие однозначных объектов-аналогов.

Кривые роста

Такой инструмент прогнозирования технологий как «кривые роста», появился из попыток отдельных исследователей провести аналогию, между совокупностью биологических объектов и совокупностью технологий. Так, бельгийский математик Ферхюльст, строя модель численности населения, предложил использовать следующее уравнение:

$$\frac{dP}{dt} = rP \left(1 - \frac{P}{k} \right), \quad (1.1)$$

где P – численность населения, r – удельная скорость роста населения, k – максимально возможная численность населения.

Если принять в качестве P_0 начальную численность популяции, то решением данного уравнения будет зависимость вида:

$$P(t) = \frac{kP_0 e^{rt}}{k + P_0(e^{rt} - 1)}, \quad (1.2)$$

при $\lim_{t \rightarrow \infty} P(t) = k$.

Графическим отображением решения уравнения Ферхюльста является S -образная кривая (логистическая кривая).

Необходимо помнить, что различные виды S -образных кривых, представляют из себя некую идеализацию. Данные, которые используются при построении кривых, берутся от систем, эксплуатирующийся в разных условиях. Тем не менее, данный метод хорошо зарекомендовал себя в качестве инструмента построения прогнозов технологического развития.

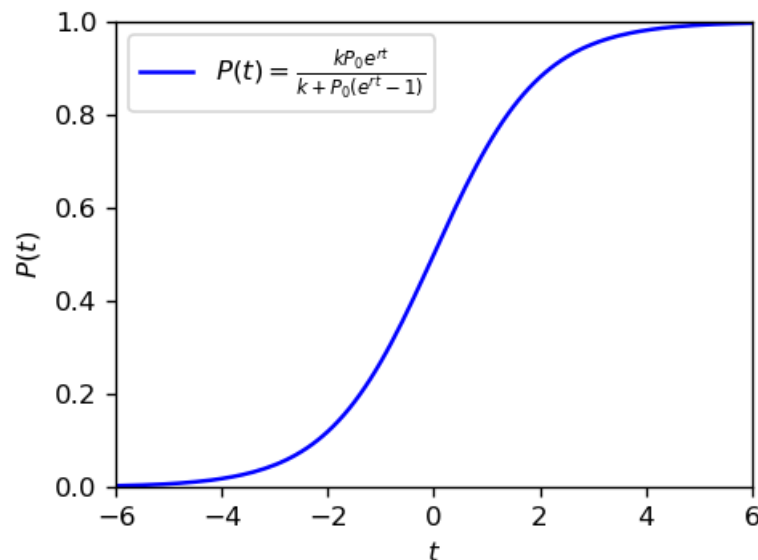


Рис. 1.13 – Логистическая кривая (S -образная кривая); $k=1$; $P_0=0,5$; $r=1$

Также существует множество математических моделей логистических кривых. Для примера можно рассмотреть модель Гомперца. Данная кривая была предложена Бенджамином Гомперцем для описания уровней смертности [337]:

$$y = L e^{-be^{-kt}}.$$

Эта кривая, в отличие от кривой Ферхюльста, является несимметричной, с точкой перегиба с координатами $t = (\ln b) / k$, $y = L / e$.

Одними из разновидностей «кривых роста» являются «кривые замещения». При помощи кривых замещения предсказывают с какой скоростью новые технологии вытеснят предыдущие.

Экстраполяция тенденций

Если одна технология, развитие которой происходит по *S*-образной кривой, неизбежно приходит к своему насыщению, то это еще не говорит об замедлении общей тенденции. Одна и та же функция может быть выполнена за счет различных технологий (передвигаться можно пешком, на лошади, на машине и т.д.). На смену одной технологии приходит другая, более эффективная, таким образом, сохраняется некая тенденция (рисунок 1.14). Экстраполируя эту тенденцию различными зависимостями, можно произвести оценку технологического развития.

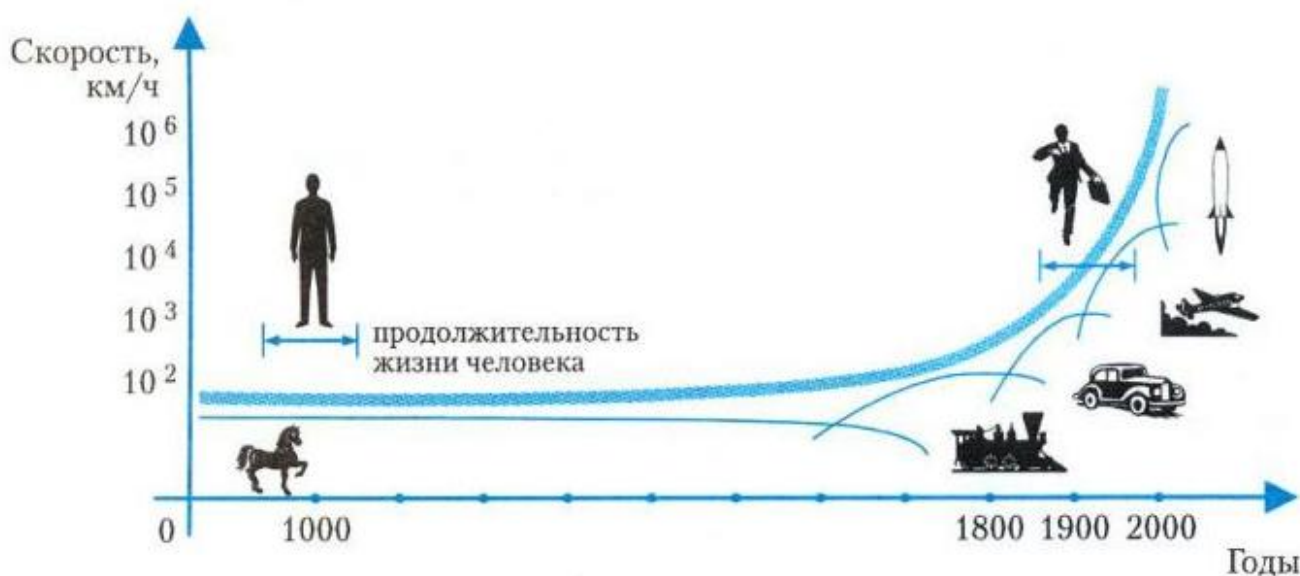


Рис. 1.14 – Скорость передвижения человека [115]

Возможны случаи, когда такая экстраполяция будет не обоснованной, например, если существует физический предел превысить который невозможно (скорость света, 100% КПД и т.п.). Во всех остальных случаях применяется принцип непрерывности, согласно которому, если в определенной области техники наблюдалось непрерывное развитие, выраженное в последовательных технологических решениях, каждое из которых превышало возможности предыдущего, то разумно полагать, что этот процесс будет проходить и в дальнейшем [337].

Несмотря на то, что выявление строгих математических зависимостей позволяет производить удобные количественные оценки, существуют случаи, когда построение таких зависимостей невозможно. Тогда прибегают к качественным прогнозам, хоть они и обладают меньшей информативностью. Тем не менее, это лучше, чем отсутствие какого-либо прогноза.

Аналитические методы

Все рассмотренные выше методы и модели не требовали знаний о каких-либо внутренних механизмах действия, а базировались на предположении сохранения выявленных тенденций. Такие прогнозы могут быть ошибочны в случае кардинальных изменений, которые могут нарушить тенденции, на которых они были построены. Поэтому дальнейшее развитие методов прогнозирования должно строиться на аналитических методах, использующих, тем или иным образом, знания о внутренних механизмах действия.

Первые аналитические модели строились с тем расчетом, чтобы их решения представлялись *S*-образными кривыми (рассмотренными нами ранее), так как они хорошо себя зарекомендовали на практике. К таким моделям можно отнести, например, модель Айзенсона-Хартмана, в которой рассматривается рост информации, «универсальную модель роста» Флойда, модель диффузии нововведения в отрасли промышленности Мэнсфилда и т.д.

Рассмотрим для примера модель, предложенную Айзенсоном [57] и Хартманом [48], в рамках которой развитие технологии связано с ростом объема научно-технической информации:

$$\frac{dI}{dt} = KIN, \quad (1.3)$$

где I – объем информации;

N – количество исследователей, занятых в соответствующей области;

K – коэффициент пропорциональности.

Если принять N постоянной, K приближающуюся к некому пределу L (максимально-возможное количество информации), то (1.3) можно переписать в виде:

$$\frac{dI}{dt} = \left(1 - \frac{I}{L}\right) K' IN. \quad (1.4)$$

Решение уравнения (1.4) имеет форму S-образной кривой:

$$I = \frac{L}{1 + \left(\frac{L}{I_0} - 1\right) e^{-K' I t}}.$$

Модель (1.4) исходит из предположения, что вся имеющая информация доступна всем исследователям. Если же это не так, то модель (1.4) можно модифицировать, введя вероятность доступности информации (p):

$$\frac{dI}{dt} = p \left(1 - \frac{I}{L}\right) K' IN. \quad (1.5)$$

Другое изменение модели (1.4) можно провести, предположив наличие взаимодействия при передаче информации между исследователями, приняв за m – долю исследователей, не получающих информацию от других. Пусть f – доля возможных взаимодействий, тогда:

$$\frac{dI}{dt} = \left(1 - \frac{I}{L}\right) K' I \left(N + mf \frac{N(N-1)}{2}\right). \quad (1.6)$$

Сделав допущение, что в новой области I/L достаточно мало, N^2 намного больше N , то модель (1.4) можно записать в виде:

$$\frac{dI}{dt} = K' Imf \frac{N^2}{2}.$$

Предположив, что рост числа исследователей происходит экспоненциально, т.е. $N = N_0 e^{\lambda t}$, получим:

$$\frac{dI}{dt} = K' Imf \frac{N_0^2 e^{2\lambda t}}{2},$$

прологарифмировав обе части, получим:

$$\ln \left[\frac{dI}{dt} \right] = \ln \left[K' Imf \frac{N_0^2}{2} \right] + 2\lambda t,$$

т.е. логарифм темпов роста информации возрастает линейно от удвоенного числа исследователей, занятых в отрасли.

Чаще всего дальнейшее усложнение информации не приводит к росту точности прогнозирования, вследствие того, что исходные данные не обеспечивают необходимую точность, т.е. первоначальные данные настолько грубы, что сложные модели не имеют преимуществ перед простыми.

Прогнозирование научно-технического прогресса

При невозможности или больших сложностях с прогнозированием развития отдельных технологий, можно перейти к прогнозированию научно-технического прогресса в целом [505]. Одной из самых популярных метрик научно-технического развития является количество выданных патентов в год. Несмотря на большое количество критических замечаний в отношении этой метрики, иногда это единственный показатель, который доступен для анализа. Сущность такого метода строится на поиске корреляции между количеством выданных патентов и темпами роста в отдельных отраслях. Дальнейшее развитие данного метода строилось через поиск корреляции с капиталовложениями в НИОКР.

Производственные функции

Производственная функция количественно связывает факторы производства (ресурсы) и возможный объем выпуска продукции. Чаще всего производственную функцию представляют в виде функции Кобба-Дугласа:

$$q = AK^{\alpha}L^{\beta},$$

где K , L – эластичность по капиталу и труду, соответственно, α , β – эмпирические параметры. Коэффициент A отражает влияние технического прогресса на производство (с внедрением передовых технологий величина A возрастает).

Значимость производственных функций в теории принятия решения обусловлена возможностью формализованного представления существующих факторов и целевых значений производственных систем [267]. Эффективное управление производственными процессами означает достижение оптимальных значений производственных функций.

Для учета влияния научно-технического прогресса производственная функция Кобба-Дугласа была модифицирована Я. Тинбергеном за счет добавления экспоненциального множителя:

$$q = AK^{\alpha}L^{\beta}e^{\rho t},$$

где t – время, а ρ – параметр, определяющий влияние научно-технического прогресса [428]. Наряду с функцией Кобба-Дугласа существуют модели производственных функций Л.Л. Терехова, В. Леонтьева, Д.Р. Хикса, П. Самуэльсона, Р. Солоу, Р. Харрода, П. Ромера, В.М. Глушкова и др. [425].

Анализ научно-технических достижений

Важные научно-технические достижения часто кардинально меняют облик целых отраслей промышленности. Несмотря на свою уникальность и кажущуюся неожиданность они тоже могут быть спрогнозированы, т.к. появлению таких достижений всегда предшествует появление более «мелких», создающих почву для их внедрения. В противном случае такое открытие не будет воспринято обществом, т.к. для его использования еще не создана соответствующая среда.

Для понимания уровня осуществленного открытия воспользуемся классификацией изобретений, предложенной Г.С. Альтшуллером [123, 435] (таблица 1.10).

Таблица 1.10 – Уровни изобретений

Уровень	Определение	Задача и средства ее решения лежат в пределах...	Число вариантов, которое необходимо рассмотреть для решения
1	Мельчайшие изобретения, не связанные с устранением противоречий	Одной профессии, поэтому она под силу каждому специалисту	1–10
2	Мелкие изобретения, полученные в результате устранения противоречия способами, известными в данной отрасли	Одной отрасли (например, машиностроительная задача решается способами, уже известными в машиностроении, но применительно к другим техническим системам). При этом меняется (частично) только один элемент системы	10–100
3	Средние изобретения	Противоречие преодолевается способами, известными в пределах одной науки («механическая» задача решается «механически», «химическая» – «химически» и т.д.). Полностью меняется один из элементов системы	100–1000

Уро- вень	Определение	Задача и средства ее решения лежат в пределах...	Число вариан- тов, которое необходимо рассмотреть для решения
4	Крупные изобретения. Синтезируется новая техническая система. Поскольку она не содержит противоречий, иногда создается впечатление, что изобретение сделано без их преодоления. На самом же деле противоречия были, но они относились к прототипу – старой технической системе	Противоречия устраняются средствами, подчас далеко выходящими за пределы науки, к которой относится задача (например, «механическая» задача решается «химически»)	1000–10 000
5	Крупнейшие изобретения. Синтезируется принципиально новая техническая система. Противоречий нет, поскольку еще нет и самой системы; противоречия могут появиться лишь в процессе синтеза системы	Для создания изобретения пятого уровня нужно предварительно сделать новое открытие	>10 000

Как видно из таблицы 1.10, для прогноза крупных открытий необходим анализ открытий на уровень ниже. Такой анализ дает понимание каких открытий не хватает, чтобы произошло крупное открытие.

Нормативные методы прогнозирования

В данной группе методов проводятся системные исследования, в рамках которых устанавливается какими характеристиками должны обладать отдельные элементы для достижения определенных показателей функционирования системы в целом, т.е. устанавливаются целевые значения, которых должны достигнуть элементы в рамках своего развития. Наиболее распространенными методами являются: метод дерева целей, морфологические модели.

Дерево целей

Дерево целей применяется в системах, в которых целевое значение можно декомпозировать на отдельные подсистемы.

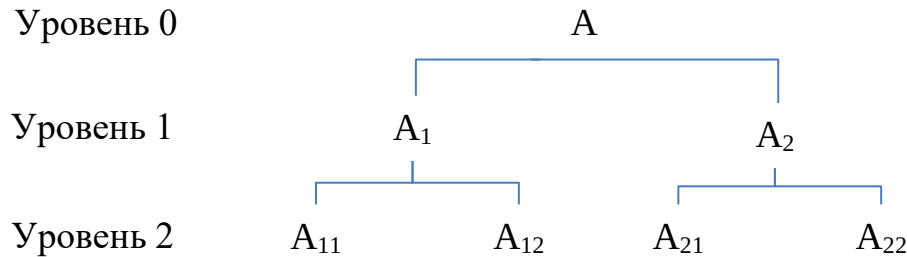


Рис. 1.15 – Дерево целей

Морфологические модели

Морфологический метод был предложен Фрицем Цвикки [114]. Сущность данного метода заключается в разбиении проблемы (например, конструкции чего-либо) на части, каждая из которых может иметь несколько вариантов решения. Различные варианты общего решения, таким образом, являются простой комбинацией частных решений, полученных при предположении, что реализуются конкретные решения, т.е. если проблемы можно представить в виде трех частей, каждая из которых имеет 3, 2, 4 решения соответственно. Общее количество вариантов решений будет составлять $3 \times 2 \times 4 = 24$. В дальнейшем все полученные решения анализируются.

Таким образом, несмотря на разнообразие рассмотренных моделей и методов прогнозирования, каждый из них имеет свои как преимущества, так и недостатки. Таким образом, они должны не противопоставляться друг другу, а использоваться в качестве дополнений друг для друга.

Выводы по главе 1

Проведенный в главе один анализ подходов, концепций, методов и моделей управления промышленными предприятиями и корпорациями показал следующее:

1. Большое разнообразие взглядов на формирование подходов, концепций, методов и моделей в исследуемой области свидетельствует о том, что, в силу сложности как самого объекта управления (промышленных предприятий и корпорации), так и динамичности и неопределенности окружающей этот объект среды, невозможно сформировать такую концепцию управления промышленными предприятиями, которая бы раз и навсегда позволяла создать эффективную модель управления

компанией. Именно стремление создать концепции, адекватные существующему положению дел в управлении промышленными предприятиями и вызывают необходимость в постоянных изменениях как самих взглядов на управление, так и методов, и моделей управления.

2. Роль технологий и уровня технологического развития промышленных предприятий и корпораций в современном мире возрастает. Они приобретают ключевое, основополагающее значение для выживания организаций и получения конкурентных преимуществ в условиях современного рынка.

3. Анализ статистических данных выявил существенное отставание отечественных предприятий от предприятий передовых стран мира, как по уровню технологического оснащения, так и по уровню инвестиций. Сложившееся положение дел в экономике не позволяет надеяться на быстрое сокращение сформировавшегося разрыва.

4. Используемые сегодня на практике методы и подходы к управлению отечественными компаниями практически полностью утратили свою эффективность. Для успешной конкурентной борьбы на международных рынках российским промышленным предприятием и корпорациям необходимы новые, адекватные происходящим изменениям, концепции, методы и модели управления, ориентированные на повышение совокупного уровня технологического развития.

На основе материалов исследований автора, приведенных в главе 1, сформулированы цель и задачи настоящего диссертационного исследования, представленные во Введении.

ГЛАВА 2. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ БАЗИС АДАПТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

2.1 Необходимость повышения качества управления промышленными предприятиями и корпорациями с учетом технологических изменений

Современные информационные технологии и необходимость повышения качества управления промышленными предприятиями и корпорациями

На заре компьютерной эры такие выдающиеся мыслители, как Н. Виннер, К. Эшби, Л. Берталанфи, С. Бир и другие, предложили миру идеи о том, что будущее во многом будет определяться развитием вычислительных способностей машин. Книга Н. Виннера «Кибернетика или управление и связь в животном и машине» [160] стала своего рода знаменем той эпохи. Дальнейшее совершенствование электронных вычислительных машин, а затем появление персональных компьютеров в 1980-х годах, во многом способствовали бурному развитию того, что мы называем компьютеризацией, а сегодня уже и цифровизацией.

С позиции сегодняшнего дня, которому свойственна своего рода эйфория от уже достигнутых успехов в области быстрого действия компьютеров и суперкомпьютеров, систем анализа данных различного рода, в том числе, построенных на технологиях искусственного интеллекта, машинного обучения, обработки больших объемов данных и т.п., кажется что данный путь способен сам по себе обеспечить улучшение качества управления различными организационными и корпоративными структурами, начиная от органов государственной власти и заканчивая производственными компаниями и иными оргструктурами. Однако многолетняя практика создания и эксплуатации разнообразных автоматизированных, информационно-вычислительных, аналитических, экспертных и иных систем, в основе которых лежат компьютерные технологии, показывает, что далеко не всегда упомянутые системы способствовали существенному улучшению качества организационного управления и достижению целей повышения эффективности деятельности структур, в которых эти системы были внедрены [285].

Сегодня крайне важно осознать, что причины достижения не слишком удачных результатов внедрения различного рода информационных систем, кроются не в технических возможностях вычислительных машин (скорости вычисления и объема обработки данных), а в том, что методы, модели и технологии управления на всех этапах подготовки и принятия решений остались в сущности теми же, что были еще в последней четверти прошлого века.

Отставание в развитии управленческих методов и алгоритмов, независимо от сферы деятельности структур, в которых эти методы применяются, привело к тому, что, несмотря на использование самых современных средств вычислений и обработки данных, результаты управленческой деятельности оказываются далеко не выдающимися. В этом контексте, возможности средств вычислительной техники не реализуются в полной мере.

Психология руководителей, в понимании того как управлять возглавляемыми ими структурами, осталась неизменной за многие годы. В результате у глав компаний, руководителей государственных органов и других лиц, принимающих управленческие решения, отсутствует понимание того, как за счет современных информационных систем они смогут повысить эффективность управления. Внедрение, имеющихся на рынке информационных систем, осуществляется формально. Цели тех, кто продает вычислительную технику и программное обеспечение, а также тех, кто их приобретает, не находятся в русле задач обеспечения высокоэффективного управления деятельностью корпоративных структур самого различного профиля.

Разумеется, что развитие компьютерных технологий и информационных систем сыграло большую позитивную роль в повышении скорости и производительности ведения делопроизводства, получения, хранения и обработки информации, а также создало возможность электронного взаимодействия между подразделениями внутри компаний и с внешними структурами на всех уровнях управления. Несмотря на это, модели, методы и алгоритмы принятия управленческих решений в сущности не изменились или изменились крайне незначительно, во многом сохранив необоснованный субъективизм при их принятии.

Таким образом, необходимость сокращения отставания методов принятия решений от современного уровня вычислительной техники, является очень важной, но пока не вполне осознанной задачей. Сегодня совершенно необходимо обеспечить, чтобы развитие вычислительной техники, систем обработки данных и других информационных систем было взаимоувязано с процессами совершенствования и внедрения управленческих алгоритмов как для органов государственной власти, так и для производственных компаний и корпораций, а также с требованиями повышения квалификации руководителей всех уровней в области освоения современных методов подготовки принятия решений.

Для формирования обоснованных предложений по совершенствованию методов, моделей и алгоритмов подготовки принятия управленческих решений необходим анализ развития информационных систем управления, используемых в промышленности, а также в органах государственной власти.

Динамика применения различных информационных систем на промышленных предприятиях и в корпорациях

Первым этапом развития информационных систем управления на промышленных предприятиях, построенных на персональных компьютерах, стало внедрение автоматизированных рабочих мест (АРМ) [132], позволившее автоматизировать рутинные операции, связанные с выполнением расчетов. Однако внедрение разнообразных АРМов выявило ряд негативных особенностей. В первую очередь, это отсутствие системности и, как результат, «лоскутная автоматизация», когда каждое подразделение компании создавало собственные АРМы на разных программных платформах. Это привело к большим сложностям при интеграции информационных систем внутри производственных компаний и корпораций. При этом руководству предоставлялись не согласованные между собой данные, полученные в разных подразделениях, на основе которых невозможно подготовить и принять верное управленческое решение [331]. Также АРМы не были ориентированы на автоматизацию других функций, кроме учетных, в результате не обеспечивалась должная автоматизация труда менеджеров предприятия, включая высшее руководство [315].

Следующим этапом развития информационных систем на промышленных предприятиях стало объединение разрозненных АРМов и локальных вычислительных систем в единые автоматизированные системы управления предприятием (АСУ), что позволило перейти от автоматизации отдельных функций к решению задач комплексного планирования и распределения ресурсов на предприятии в соответствии с заключенными договорами поставки, потребностями рынка и др. [420, 315].

При этом в развитии информационных систем промышленных предприятий наиболее известны нижеприведенные классы систем.

- MRP-0 (Material Requirement Planning – планирование материальных потребностей). Система MRP была нацелена на обеспечение предприятия материалами, исходя из производственного плана. Недостатком системы MRP является отсутствие возможности подстроиться под частые изменения размеров заказов и сроков выполнения. По сути работа таких систем сводилась к формированию плана и его отслеживанию.

- В конце 1980-х годов система MRP была дополнена функциями контроля количества произведенной продукции, задержек заказов, объемов и динамики заказов и т.д. Вышеуказанные дополнения позволили реализовать обратную связь в системе, обеспечивающую гибкое планирование с учетом изменения внешних факторов, таких как уровень спроса, состояние дел у поставщика и т.п. (Closed Loop MRP) [315]. Однако модернизированная концепция MRP (MRP-I) не позволяла осуществлять планирование ресурсов, кроме производственных, и не поддерживала возможность планирования территориально-распределенных бизнес-процессов. Сформированный таким образом календарный план часто был нереальным, так как планирование осуществлялось из предположения, что количество ресурсов неограниченно.

- Для устранения недостатков систем MRP-0 и MRP-I был предложен новый стандарт, который получил название MRP-II (Manufacturing Resource Planning – планирование производственных ресурсов). Несмотря на схожесть названий, стан-

дарты MRP-I и MRP-II существенно отличаются [168, 100]. Система MRP-II реализует планирование всех ресурсов, необходимых для производства, а также финансовое планирование. Для этого она была дополнена такими модулями как CRP (планирование мощностей), DRP (планирование распределенных ресурсов).

MRP-0, MRP-I и MRP-II по своей сути стали не стандартными компьютерными программами, а фактически методологиями управления предприятиями.

– Следующим шагом в эволюции информационных систем стало появление системы ERP (Enterprise Resource Planning – планирование ресурсов предприятия) [4, 364]. ERP-приложения – это мощные продукты, которые включают, помимо функций MRP-II, такие модули, как: автоматизация бухгалтерского учета, маркетинга, финансовых операций, управления цепочками поставок, сбыта продукции и т.д. [315]. Тем не менее системы ERP, как и ранее системы MRP, хорошо справляются с функцией планирования, но не рассчитаны на постоянное перепланирование и быстрый учет изменений в окружающей предприятие среде. Обозначенный недостаток все более проявляется при возрастающей конкуренции, когда решающим фактором для выбора поставщика продукции оказывается соблюдение сроков и точность выполнения заказов. Вторым недостатком ERP-систем является отсутствие модулей аналитической обработки данных и моделирования процессов в реальном времени, т.е. средств поддержки принятия решений. Все эти недостатки усугубляются тем фактом, что данные сложные комплексы являются закрытыми коммерческими продуктами, что резко ограничивает возможности их расширения и интеграции с другими информационными системами.

– Необходимость устранения недостатков вышеперечисленных систем, привела к созданию ряда иных информационных систем, которые предоставляет рынок в настоящее время:

- ERP II – к ERP добавлена возможность использования мобильных приложений [9];
- APS (Advanced Planning and Scheduling Systems) – улучшенный алгоритм планирования по сравнению с MRP [342, 64];

- MES (Manufacturing Execution Systems) – автоматизированные системы управления производством (АСУТПП) [49];
- CRM (Customer Relationship) – системы управления взаимоотношениями с клиентами [67];
- SCM (Supply Chain Management) – системы управления логистическими цепочками [94];
- OLAP (On-Line Analytical Processing) – аналитическая обработка многомерных данных [97] и т.д.

Наряду с расширением и усложнением информационных систем управления, используемых промышленными предприятиями, параллельно происходил процесс миниатюризации электронных компонентов, приведший к возможности внедрения практически в любые обычные вещи модулей, способных обрабатывать и передавать информацию. Таким образом, стало возможным передать часть задач, связанных с принятием решений, непосредственно таким устройствам и автоматизировать многие процессы. Данные устройства получили название «умные вещи».

Отметим, что в конце XX века широкое распространение получили технологии, использующие возможности сети Интернет. Начиная с 1990 года к сети стали подключать всевозможные устройства, и уже к 2007 году количество подключенных устройств к сети Интернет превысило количество людей, пользующихся сетью. Это время принято за дату появления «Интернет вещей (IoT)» [242, 226]. В настоящее время множество устройств используют сеть для обмена информацией и принятия решений.

Одним из направлений развития концепции «умных вещей», стало появление «умного оборудования», способного самостоятельно диагностировать неисправности, проводить самонастройку и другие подобные операции. Это дало возможность резко снизить количество аварийных простоев и брака. Во многих случаях при организации работы парка «умного оборудования», ему была передана функция принятия решений по организации работ, в зависимости от складывающейся ситуации. С учетом высокого быстродействия машин, появилась возможность решать задачи, которые для человека ранее были не доступны. В настоящий момент уже можно

встретить «умные фабрики», т.е. предприятия, оснащенные «умным оборудованием», с высокой степенью цифровой автоматизации управления. Данная тенденция породила концепцию компьютеризированного интегрированного производства – CIM (Computer integrated manufacturing) [88, 3], которая, по сравнению с системой ERP, стала обладать такими функциями, как автоматизированное проектирование (САПР) и оперативное управление производственными цехами и оборудованием.

Рост значимости повсеместного внедрения информационных технологий в управление промышленными предприятиями подтолкнул многие страны к созданию национальных программ развития промышленности, поддерживающих эти технологии. Так, в Германии в 2012 году была разработана стратегия развития промышленности под названием «Платформа Индустрии 4.0» и государственная программа «Промышленность 4.0» [480]. Аналогичные программы разработали в США в 2014 году – «Advanced manufacturing» [426], и в Китае в 2015 году – «Сделано в Китае-2025» [374], в России в 2014 году создана Национальная технологическая инициатива (НТИ) [165], а в 2017 году принята Программа «Цифровая экономика РФ» [402].

Таким образом, развитие компьютерной техники подвело мир, в лице наиболее продвинутых стран, к задачам обеспечения резкого скачка в управлении технологическими объектами на базе новых информационных технологий.

Динамика применения различных информационных систем в органах государственной власти

Автоматизированные информационные системы уже в течение 25–30 последних лет также находят широкое применение в органах государственной власти. Наиболее распространенными в настоящий момент являются системы электронного документооборота, автоматизированные хранилища данных (регистры), средства цифровой электронной подписи, системы анализа и обработки информации, геоинформационные системы и кадастры, справочно-информационные системы и т.п.

Аналогично системам, применяемым на промышленных предприятиях, информационные системы для органов государственной власти прошли путь от автоматизации отдельных рутинных операций до осознания необходимости интеграции в

единые информационные комплексы и системы корпоративного управления в органах государственной власти. В этой связи, в 2000-х годах во многих городах мира стали разрабатывать концепции «умных городов», как отражение повсеместного внедрения информационных технологий в практику управления городским хозяйством (технологии энергосбережения, сохранения экологии, системы общего доступа к сети Интернет и т.п.).

В настоящее время активно пропагандируют себя как «умные» такие города мира, как Сингапур (Республика Сингапур), Лондон (Англия), Нью-Йорк, Сан-Франциско, Чикаго (Соединенные штаты Америки), Сеул (Австралия), Берлин (Германия), Токио (Япония), Барселона (Испания), Мельбурн (Австралия) и др.

В России Минстроем принят федеральный проект цифровизации городского хозяйства «Умный город». Целью данного проекта является обеспечение ускоренного внедрения цифровых технологий во всех сферах городского хозяйства для повышения качества жизни в российских городах [404].

Также заслуживает внимание проект Росатома по созданию «умных городов», где проживают работники атомной промышленности. В рамках данного проекта предполагается цифровизация водо-, тепло- и электроснабжения, создание цифровой городской инфраструктуры, обеспечивающей эффективное использование ресурсов и управление всеми системами из единого центра, прозрачный потребительский контроль и вовлеченность жителей во взаимодействие с городскими органами управления [126].

Концепцию «умного города» часто трактуют более широко за счет включения в нее такого понятия как «умный регион» [284]. Внедрение «умных технологий» в отдельно взятых городах региона часто приводило к неравномерности развития городов, что повлекло за собой переток населения и деградацию отдельных районов – так называемое «цифровое неравенство» [496]. Такие примеры неудачного внедрения в практику последних достижений в области цифровых технологий, наглядно демонстрирует, что сами по себе информационные технологии не решают проблемы, ради которых они внедрялись. Они являются лишь инструментом, эффективность которого зависит от лиц, принимающих решения [318].

Анализируя опыт внедрения концепций «умного города» различными городами мира, можно заметить, что российские города повторяют те же самые ошибки. Так, исследования 15 ведущих городов мира, проведенные центром управления компании McKinsey, показали, что часто, несмотря на внедрение самых современных интеллектуальных технологий: строительство крупных центров обработки данных, повсеместное использование умных датчиков и т.п., – нововведения не находили отклика у горожан и не оказывали заметного влияния на их повседневную жизнь [448]. При этом, по мере роста объема финансирования, выделяемого на проекты в области информатизации, резко возрастало количество предложений от компаний-производителей оборудования и программного обеспечения, а эффективность таких проектов столь же резко снижалась. Понимание этой проблемы привело к радикальному пересмотру концепции «умного города» в сторону всестороннего вовлечения жителей в процессы принятия и выработки решений. При этом на первый план выходят проблемы, волнующие граждан, а уже потом средства автоматизации выступают в качестве инструмента решения этих проблем.

Необходимость создания новых методов принятия управленческих решений, учитывающих специфику отечественных предприятий и корпораций

Проведенное исследование теории и практики развития информационных систем промышленных предприятий и государственных органов позволило выявить несколько наиболее существенных причин, приводящих к неудачам:

- 1) отсутствие системности при внедрении (не возникает целостности при формировании единой информационной среды);
- 2) надежды на то, что само внедрение информационных систем повысит качество принятия управленческих решений, что реализуется далеко не в полной мере;
- 3) развитие методов и технологий подготовки и принятия управленческих решений плохо согласуется с совершенствованием самих информационно-компьютерных систем.

Отдельно в числе причин неудач внедрения информационных систем в России можно выделить следующие из них:

1) осуществляется, как правило, копирование решений, зарекомендовавших себя в других государствах, без учета российской специфики;

2) произошло разрушение отечественной школы автоматизации в области управления, приведшее к острому дефициту специалистов и компаний, способных предложить собственные или качественно адаптировать иностранные информационные системы, а уж тем более предложить новые актуальные управленческие технологии, как для органов государственной власти, так и для корпоративных структур.

Таким образом, дальнейшее повышение качества управления организационными и корпоративными структурами не представляется возможным без выработки единой государственной и региональной политики в рамках реализации проектов по информатизации. Последние 30 лет показали, что путь «слепого» копирования иностранных разработок не только не позволяет вырваться в лидеры, но и просто догнать по уровню развития передовые страны. В настоящий момент требуются собственные разработки новых методов принятия управленческих решений, базирующие не только на современных достижениях в области инфокоммуникационных технологий, но и на новых концептуальных разработках в сфере корпоративного управления, и ориентированных на российскую специфику [313].

Формирование нового понятийного аппарата, учитывающего изменение роли технологий в управлении современным предприятием

Впервые термин «технология» использовал в 1772 г. профессор Геттингенского университета И. Бекманн (1739–1811) для обозначения ремесленного искусства, включающего в себя профессиональные навыки и эмпирические представления об орудиях труда и трудовых операциях [277]. С греческого языка «techne» можно перевести как искусство, мастерство, умение, а «logos» как слово, учение [447].

БЭС [146] трактует термин «технология» как совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материала или полуфабриката, осуществляемых в процессе производства продукции. А задачей технологии как науки является выделение физических, химических, механических и других закономерностей с целью определения и использования на практике наиболее эффективных и экономичных производств, процессов [386].

Таким образом, исторически термин «технология» был связан с процессом производства и представлял нематериальную часть – знания и умения, необходимые в процессе производства, в то время как материальная составляющая (станки, оборудование) обозначалась термином «техника».

Понятие «технология» обычно рассматривается в связи с конкретным видом производства: технологии получения какого-либо продукта, строительные технологии, химические технологии и т.д. В результате осуществления технологического процесса, состоящего из совокупности технологических операций, происходит качественно-количественное изменение обрабатываемых сред. Поэтому наиболее общим содержанием понятия «технология» можно считать совокупность приемов и способов переработки различных сред [307].

XX век ознаменовался значительными достижениями в области гуманитарных и социальных наук, и термин «технология» стал применяться для непроизводственных сфер: информационные технологии, когнитивные технологии и т.п. Если раньше технологической переработке (преобразованию) подвергались только материальные среды, то теперь и нематериальные сущности, такие, например, как информация.

Стоит отметить, что технологическое преобразование носит целенаправленный характер, т.е. среда подвергается таким изменениям, при которых субъект получает необходимый для себя результат трансформации, достигает цели.

Итак, в узком смысле под «технологией» предлагается понимать совокупность приемов и способов, а в широком – знания о способах и приемах целевого преобразования различных сред (материальных, энергетических, информационных).

Для определения значимости с точки зрения общества такого явления как технологическое развитие, рассмотрим генезис теорий развития.

Существенную роль в построение теории развития сыграло представление о времени. Так, если в античные времена время носило циклический характер и все процессы в мире воспринимались как повторяющиеся (по заранее намеченной программе), то, с приходом христианства, время стало носить линейный, направленный

ный характер. Возникла идея направленности и необратимости событий. Следующей вехой стало открытие законов эволюции в биологии, геологии, развитие идей в космологии (об эволюции Вселенной). Философское обобщение этих идей было осуществлено Г. Гегелем, который, в свою очередь, заложил учение о всеобщем развитии (диалектический метод Гегеля) [173, 174]. Далее идеи идеалистической диалектики Г. Гегеля были развиты с материалистической позиции в трудах К. Маркса и Ф. Энгельса, которые сформулировали основные принципы материалистической диалектики, как учения о развитии природы [498] и общества [334].

В XX веке были открыты закономерности в протекании экономических процессов. В частности, в 20-е годы, изучая историю капитализма, Н.Д. Кондратьев пришел к выводу, что развитию экономики свойственны продолжительные длинноволновые колебания, охватывающие период от 45 до 60 лет [281]. При этом начало подъема всегда связано со значительными изменениями техники (этому предшествуют технические открытия и изобретения) [307].

Существенным вкладом в открытие закономерностей процесса изобретательской деятельности стала, разработанная Г.С. Альтшуллером в 50-е гг. XX века, теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) [122, 120]. Г.С. Альтшуллер, на базе анализа Патентного фонда СССР, показал существование объективных законов, по которым развивается техника. Эти законы развития являются подсистемой наиболее общей системы законов диалектики.

Концепция о том, что в основе экономического роста лежит смена (улучшение) техники и технологии, нашла свое развитие в трудах академиков Д.С. Львова [30] и С.Ю. Глазьева [182]. Они считают, что в основании каждого экономического цикла лежат новые технологии, которые кардинально меняют экономические отношения в обществе. Данные экономические циклы были названы ими «технологическими укладами».

В настоящий момент складывается шестой технологический уклад. Единого мнения относительно того, какая технология лежит в его основе, нет. Тем не менее, большинство исследователей отмечает, что шестой уклад будет связан с техноло-

гиями, которые работают на наноразмерном уровне: наноэнергетика, молекулярные и клеточные технологии (инженерия живых тканей и органов, восстановительная хирургия и медицина), нанотроника, наноразмерные производства и др.

Подводя итог можно заключить, что технологическое развитие, определенное нами в узком смысле, как необратимое, направленное, закономерное изменение совокупности приемов и способов целевого преобразования различных сред (материальных, энергетических, информационных), а в широком смысле, как необратимое, направленное, закономерное изменение знаний о способах и приемах целевого преобразования различных сред (материальных, энергетических, информационных), приобретает одно из главных значений в жизни современного общества [218]. Процесс технологического развития носит объективный характер. Дальнейшее выявление новых законов и уточнение открытых являются важнейшими задачами управления экономическими и социальными системами.

Объективный характер технологического развития

Темпы мирового технологического развития чаще всего носят постоянный характер, попытки ускорить или замедлить этот процесс не оказывают на него влияние, так как технология сама регулирует собственный прогресс [415]. Объяснить это можно незначительным влиянием отдельных исследователей на эволюционный процесс. Каждая новая технология создается на базе уже имеющейся, которая, в свою очередь, возникла на базе других [18]. Таким образом, количество исследователей, тем или иным образом вовлеченных в развитие конкретной технологии, становится колоссально большим и можно говорить о независимости этого процесса от человека, т.е. об объективном характере процесса технологического развития.

Эволюционный характер технологического развития

Многие исследователи в своих трудах прослеживают эволюционный характер развития технологий: Фридрих Энгельс на примере эволюции винтовки [499], Колам Джилфиллан на примере парусных судов [415] и т.п. Под эволюцией в данном случае понимается совокупность объективных, не зависящих от человека, качественных изменений системы. При этом под качеством подразумевается совокупность свойств, отличающих данную систему от системы, из которой она возникла,

и от системы, в которую она превратится в результате процесса эволюции [354]. Вследствие того, что системы являются иерархичными, то и понятие «качество», также имеет иерархическую структуру. Качественные изменения нижестоящего уровня являются количественными изменениями вышестоящего уровня, и наоборот, количественные изменения вышестоящего уровня, соответствуют качественным изменениям нижестоящего. Таким образом, количественные и качественные изменения носят относительный характер, одно и то же изменение может рассматриваться как качественное или количественное в зависимости от уровня системы.

Высшее качество в иерархии всех систем представляют основные формы движения материи. Так, Ф. Энгельс выделяет 5 форм движения материи [498]:

- 1) механическая;
- 2) физическая;
- 3) химическая;
- 4) биологическая;
- 5) совокупность всех видов общественной деятельности человека.

При этом в качестве признаков, отличающих одну форму движения материи от другой, можно выделить:

- каждая форма движения имеет своего материального носителя;
- каждой форме движения присущи свои противоречия (ассоциация, диссоциация, плюс и минус);
- каждая форма движения имеет свои закономерности;
- каждая форма движения изучается определенной наукой;
- между формами движения существует субординация.

Таким образом, технологическое развитие, является одной из форм движения материи, с присущими ей закономерностями.

Использование концепции «технологических укладов» при формировании глобальных прогнозов технологического развития

Циклы в различных процессах и явлениях природы человечество наблюдало на протяжении всей своей истории. В последние 200–300 лет в экономиках стран капиталистического типа периодически наблюдаются кризисные явления [211]. На

рубеже XIX–XX веков эти явления привлекли внимание ряда экономистов, среди них Жюгляр К., Маркс К., Туган-Барановский М.И., Бунатян М.А., Шпитгоф А., Лескюр Ж., Кондратьев Н.Д. и др. В результате этих исследований были открыты циклические явления (циклы).

Как уже отмечалось ранее, наиболее продолжительные циклы, с периодом в 45–60 лет, были описаны Н.Д. Кондратьевым [281]. Впоследствии эти циклы были названы в его честь, как «большие циклы Кондратьева».

Изучая мировые запасы золота Дж. Китчин описал краткосрочные экономические циклы периодом 2–4 года [63]. В настоящее время считается, что причиной циклов Китчина является запаздывание информации, необходимой для принятия решений о загрузке производственных мощностей [66].

К. Жугляр обнаружил циклы с периодом 7–11 лет. В отличие от циклов Китчина, данные циклы обусловлены задержками принятия решений об объемах инвестиций в основной капитал [66].

Еще один вид циклов, продолжительностью 15–25 лет, описан С. Кузнецом [69]. Он связывал эти циклы с потоками эмигрантов и строительством жилья. Дж. Форрестер объяснил циклы С. Кузнеца массовым обновлением основных технологий [33].

После обнаружения отдельных циклов, возникла необходимость их теоретического обобщения. Такая попытка была предпринята Й. Шумпетером в 1939 г. В рамках предложенной им трехциклической схемы, он объединил в одну систему циклы Кондратьева, Китчина и Жугляра, таким образом, что более длительные циклы включают в себя несколько более коротких. Также Й. Шумпетер назвал в качестве причины циклической инновационной деятельности предпринимателей [492].

Идеи Н.Д. Кондратьева были обобщены Ю.Н. Соколовым, в рамках созданной им общей теории циклов [431, 432].

Несмотря на накопление достаточно большого количества фактов о существовании длинных волн Кондратьева, единого мнения, объясняющего это явление, не существует [184]. В научной литературе можно выделить три подхода интерпретации экономических циклов:

1) экзогенный (причинами возникновения циклических колебаний являются внешние факторы – динамика населения, войны, НТП, колебание цен на рынках и т.п.);

2) эндогенный (причиной колебаний является несбалансированность процессов потребления и инвестиций);

3) синтетический (объединяет экзогенный и эндогенный подходы).

Одно из наиболее удачных объяснений причин появления длинных волн в экономике было предложено в работах академиков Д.С. Львова и С.Ю. Глазьева, в рамках концепции «Технологических укладов» [183, 324].

Технологический уклад (волна) – совокупность технологий, характерных для определенного уровня развития производства. В связи с научным и технико-технологическим прогрессом происходит переход от более низких укладов к более высоким, прогрессивным [503].

К настоящему времени известно пять технологических укладов (таблица 2.1) [223].

Таблица 2.1 – Периодизация технологических укладов

Технологические уклады	Временной интервал, годы	Активно развивающиеся технологии
I	1770–1830	Текстильная промышленность, текстильное машиностроение, выплавка чугуна, обработка железа, строительство каналов, водяной двигатель
II	1830–1880	Паровой двигатель, железнодорожное строительство, транспорт, машиностроение, черная металлургия, угольная промышленность
III	1880–1930	Электротехническое и тяжелое машиностроение, производство и прокат стали, линии электропередач, неорганическая химия, кораблестроение
IV	1930–1970	Автомобилестроение, цветная металлургия, производство товаров длительного пользования, синтетические материалы, органическая химия, производство и переработка нефти, атомная энергетика
V	1970–2010	Электронная промышленность, вычислительная техника, микротехнологии, оптиковолокнонная техника, космическая техника, программное обеспечение, телекоммуникации, роботостроение, информационные услуги, искусственный интеллект, биотехнологии

Стоит отметить, что хронология технологических укладов носит условный характер, в связи с многообразием факторов, влияющих на экономическое развитие. Каждому технологическому укладу свойственна своя динамика, обусловленная исторической эпохой, в рамках которой формируется данный уклад. Помимо прочего, хронология зависит от показателя, который был использован для определения дат. Попытки формирования теории технологических укладов в привязке к одному фактору потерпели неудачу [184], что еще раз указывает на сложность изучаемого явления и наличия множества нелинейных обратных связей между факторами.

Основная идея концепции технологических укладов заключается в том, что базовая технология, лежащая в основе формирующегося технологического уклада, влечет развитие всех остальных, связанных с ней технологий, и порождает очередной толчок в экономическом развитии [280].

Таким образом, одной из важнейших прикладных задач теории управления в экономических системах, является задача идентификации технологических укладов (идентификации базовой технологии) и определения фазы развития технологического уклада по S-образной кривой (фазы жизненного цикла технологии).

В этой связи можно говорить об эволюционном развитии экономических систем (движение по S-образной кривой) и революционном (инновационном) развитии (переход на другую S-образную кривую развития).

Формирование нового технологического уклада

В настоящее время идет завершающая фаза жизненного цикла, доминирующего пятого технологического уклада [503]. В 2006 году, в результате обработки большого массива эмпирических данных, японский исследователь Масааки Хироока [50] доказал, что существует тесная корреляция диффузии инноваций и больших циклов Н.Д. Кондратьева. Анализ статистических данных, проведенный М. Хироока, выявил закономерность, что каждой повышательной стадии кондратьевского цикла предшествует фундаментальный кризис и экономическая депрессия [223].

Основными причинами смены современного уклада явились: всплеск цен на энер-

гоносители, мировые финансовые кризисы 2001–2002 гг., 2007–2008 гг. и спад экономической активности 2014–2015 гг.

Можно сделать вывод, что сегодня формируется воспроизводственная система нового, шестого технологического уклада, становление и рост которого будет определять глобальное развитие и структурную перестройку экономики в ближайшие десятилетия [213].

Шестой технологический уклад характеризуется развитием генной и биоинженерии, индустрии наносистем и материалов, технологий энергосбережения, транспортных и инновационно-космических технологий, а также когнитивной науки и психологии (NBIC-конвергенция) [416].

Наиболее перспективными для вопросов принятия решений является развитие когнитивных технологий. Так, в связи с бурным ростом количества накапливаемой и передаваемой человечеством информации, требуется сокращение времени для принятия решения, что, в свою очередь, требует совершенствование традиционных методов принятия решения, ориентированных на гораздо меньшие потоки.

Когнитивные технологии – один из наиболее «интеллектуальных» разделов теории искусственного интеллекта, используются при описании слабоструктурированных сложных систем. В настоящий момент можно выделить семь основополагающих направлений в области когнитивной науки:

- 1) когнотропные препараты;
- 2) нейровизуализация;
- 3) искусственные органы чувств;
- 4) когнитивные ассистенты;
- 5) мозго-машинные интерфейсы;
- 6) интеллектуальные роботы;
- 7) автоматические аналитики.

Можно сделать предположение, что в ближайшем будущем когнитивные технологии по своей популярности превзойдут нанотехнологии, занимающие первое место в настоящее время. Планируется, что при сохранении нынешних темпов технико-

экономического развития, шестой технологический уклад в развитых странах мира фактически наступит к 2020 годам, а в фазу зрелости вступит к 2030 годам [305, 477].

Умное управление

Одним из проявлений шестого технологического уклада, а именно развития когнитивных технологий, стало появление концепции «умных вещей». XXI век, как уже отмечалось ранее, – век «умных вещей» («умный дом», «умный город», «умный автомобиль» и т.д.) [20].

Согласно теории смены технологических укладов, пятый уклад связан с ростом вычислительных способностей машин, который привел к тому, что были созданы интегрированные комплексы управления не только отдельными агрегатами, но и предприятием в целом, например, системы MRP-0, MRP-II, ERP и т.д., о которых речь шла ранее.

Внедрение информационных технологий привело к значительному росту потока информации, что стало причиной возрастания сложности задач, решаемых в управлении. Методы, основанные на жестких алгоритмах и учитывающие детерминированное количество факторов, стали неадекватными по отношению к быстро меняющейся среде, в которой находится современное промышленное предприятие. Поэтому возникла острая необходимость в разработке новых подходов, методов и механизмов управления.

В рамках шестого технологического уклада, слияние информационных и когнитивных технологий привело к появлению «умных вещей», т.е. аппаратов, способных принимать некие решения в процессе своего функционирования. Так, создание «умных станков» и «умного оборудования» в промышленности, способных самостоятельно диагностировать неисправности, проводить самонастройку и другие подобные операции, способствовало снижению количества брака, сокращению аварийных простоев. Во многих случаях, при организации работы парка «умного оборудования», ему была передана функция принятия решений по организации работ в зависимости от складывающейся ситуации. С учетом высокого быстродействия машин, удавалось решить задачи, которые для человека ранее были не до-

ступны. В настоящий момент уже можно встретить «умные фабрики», т.е. предприятия, оснащенные «умным оборудованием» с высокой степенью цифровой автоматизации управления. Как уже отмечалось ранее, рост значимости и повсеместное внедрение интеллектуальных технологий подтолкнули многие страны к созданию национальных программ развития промышленности, поддерживающих эти технологии.

Совершенно очевидно, что по мере внедрения в производство «умных вещей», можно говорить и об «умном управлении» всем предприятием. К настоящему моменту сложилось два подхода к разработке систем умного управления.

Первый подход – «сверху-вниз» – основан на разработке алгоритмов, построенных на выработке правил рассудочной деятельности. Наиболее распространенным инструментом этого подхода, является построение нечетких систем на базе теории нечетких множеств, предложенной в 1965 году Лютфи Заде [113]. Если в рамках обычной теории множеств элемент либо принадлежит, либо нет какому-либо множеству, то в рамках теории нечетких множеств, каждый элемент множества представлен парой: самим элементом и числом, отражающим степень принадлежности элемента этому множеству (степень уверенности, что элемент принадлежит к этому множеству). Обычно степень принадлежности принимает значение от 0 до 1, где 0 означает, что элемент точно не принадлежит этому множеству, а 1 – точно принадлежит. Введение в математический оборот нечетких множеств позволило моделировать системы, знания о которых являются недостаточно точными или недостоверными, а процессы, происходящие в таких системах, имеют сложные и неоднозначные связи.

Второй подход – «снизу-вверх» – противоположен первому, он строится на идеи, что не нужно пытаться выработать правила рассудочной деятельности, проще симитировать деятельности человеческого мозга, после чего данная система может быть обучена самостоятельному принятию решений (сама выработает правила рассудочной деятельности). В рамках данного подхода наибольшее распространение получили алгоритмы построения нейронных сетей. Нейронные сети

имитируют деятельность сети нейронов, и преобразует входящий сигнал в исходящий, при этом правила преобразования формируются в процессе обучения сети, т.е. вырабатываются на данных с известными входными и выходными сигналами. Нейронные сети позволяют моделировать деятельность любых устройств. Недостатком является то, что не существует четких правил построения нейронных сетей, задающих количество нейронов, слоев сети и т.п. Проектирование топологии сети осуществляется скорее по интуиции.

Подводя итог вышесказанному, можно говорить о том, что развитие систем управления будет идти не по пути наращивания вычислительной мощности машин (пятый технологический уклад), а по пути разработки новых алгоритмов и методов принятия решений на базе моделирования когнитивных способностей. Использование данных методов позволит обрабатывать большие потоки информации, нарастающие с каждым годом (шестой технологический уклад).

Изменение производственных технологий

Процессы «цифровизации» и «интеллектуализации» в области производственных технологий, во-первых, привели к переходу на принципиально новые способы обработки материалов (абразивные, эрозионные, аддитивные методы), позволившие получить принципиально новую производительность (скорость, точность и т.д.) и эффективность производственных процессов. Во-вторых, в процессе производства были использованы новые материалы, сконструированные на атомарном уровне [269].

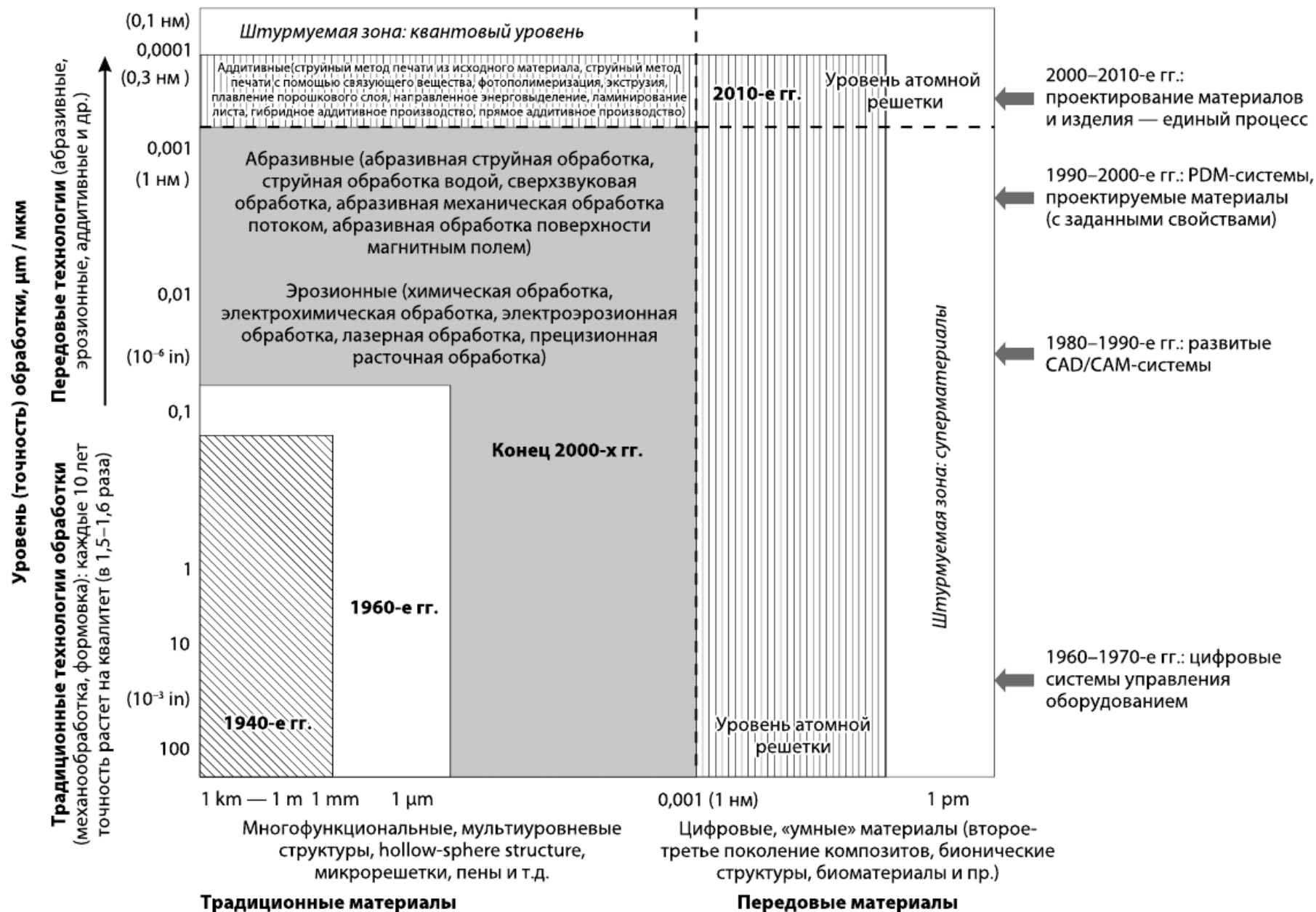


Рис. 2.1 – Изменения в характере обработки и использовании материалов [269]

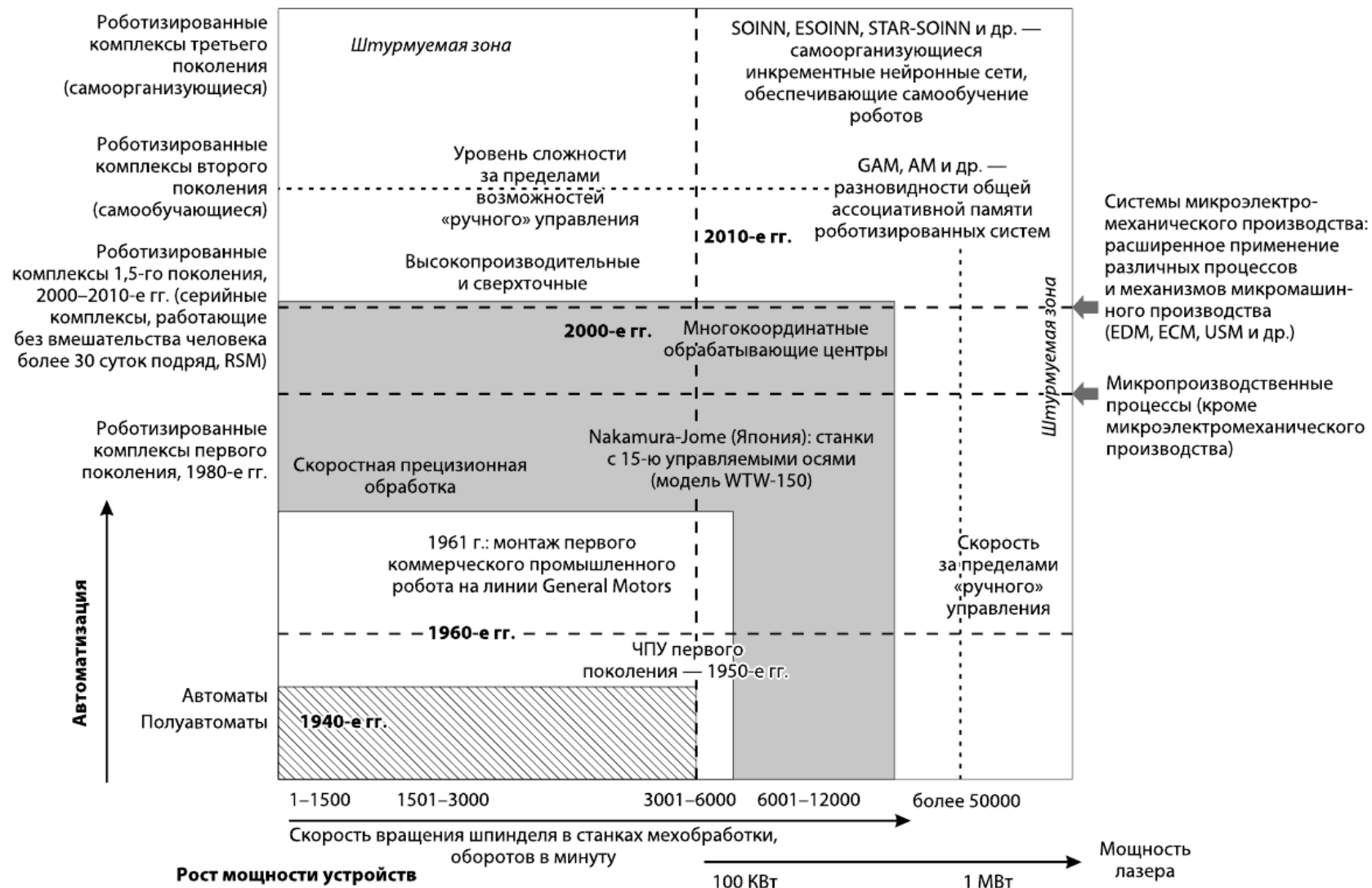


Рис. 2.2 – Изменения принципов работы промышленного оборудования [269]

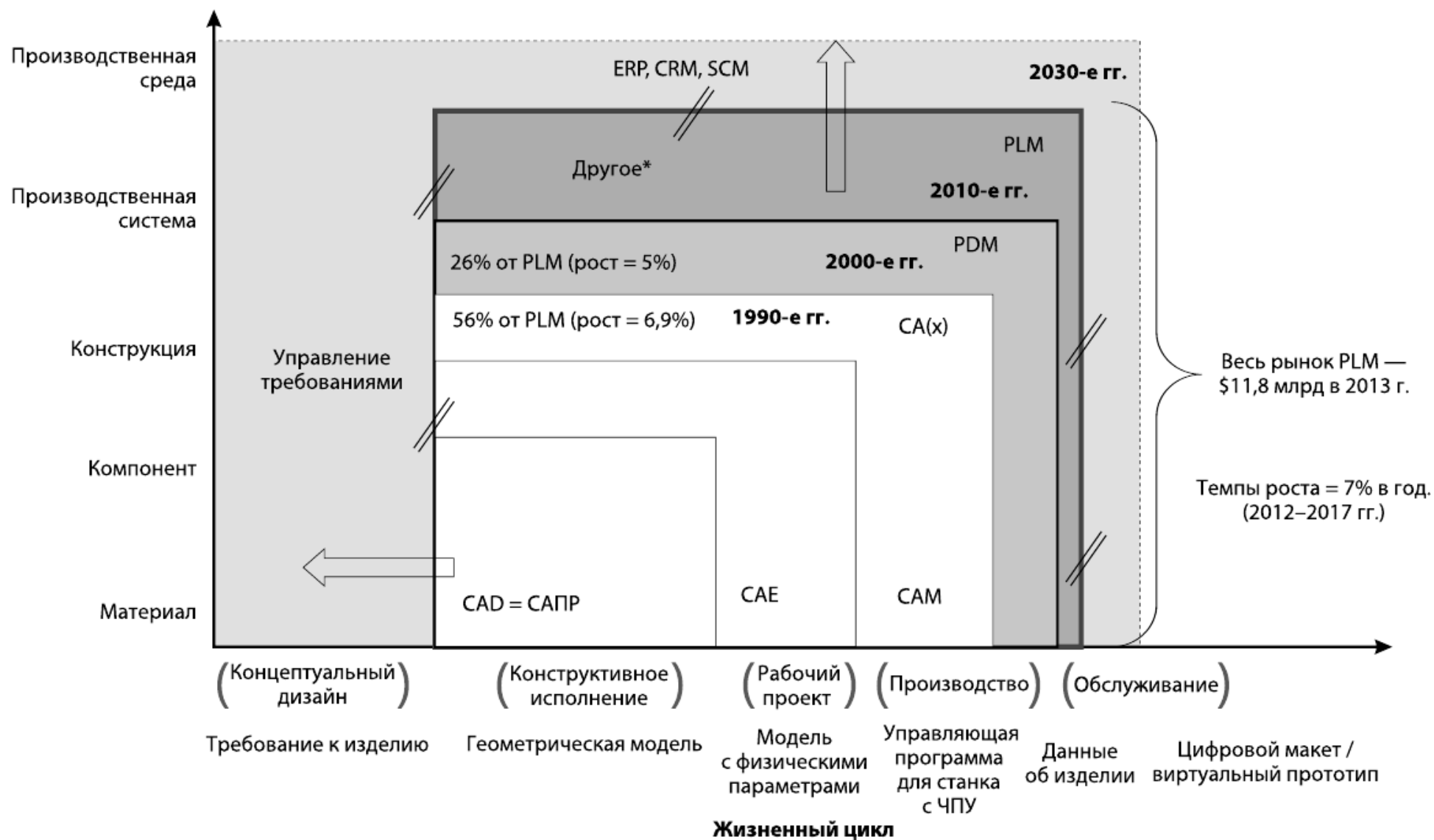


Рис. 2.3 – Развитие компьютерного инжиниринга [269]

2.2 Анализ закономерностей развития технологических систем

Общесистемные законы развития (законы диалектического развития)

Еще в древности люди наблюдали явления возникновения (рождения) и исчезновения (смерти) той или иной субстанции, неизбежно задавались вопросом о причинах (Почему?), направлении (Куда?) и характере (Как?) этих процессов. Античные философы представляли круговорот материи, в котором рождение новой вещи всегда связано со смертью старой, так как все новое состоит из частей старого. «Все течет, все изменяется», – писал Гераклит. А неизменными остаются лишь базовые, неделимые элементы – атомы (Демокрит, Эпикур), идеи, из которых построено мироздание (Платон). Причиной же этого кругооборота является логос (Гераклит), космические вихри (Демокрит), внутренняя цель (Аристотель).

Идея непрерывных изменений, как вечного движения, развивалась на протяжении всей истории человечества. Так, Декарт объяснял происхождение звезд, Земли и солнца, как результат вихревого движения частиц материи. Кант доказывал идею о том, что в истории Земли, в различные ее периоды, существовали различные виды растений и животных. В дальнейшем эта идея была обобщена в теории эволюции Дарвина.

Взгляды на развитие, как на процесс непрерывного изменения, связанного с переходом противоположностей друг в друга, получил название диалектика или диалектический метод. В противоположность ему, отрицание движения или развития материи носит название метофизика.

В настоящий момент различают идеалистическую диалектику, согласно которой причиной развития – является развитие абсолютной идеи (Гегель), и материалистическую диалектику, в рамках которой источником развития является противоречия материального мира (Маркс, Энгельс).

Под «законом» в диалектике понимается наиболее повторяющиеся, существенные, необходимые, устойчивые связи [467]. К наиболее общим законам развития относятся сформулированные Гегелем следующие законы [173,174]:

- 1) перехода количественных изменений в качественные,

- 2) единства и борьбы противоположностей,
- 3) отрицания отрицания.

Законы развития технических систем

На основе знания законов возможно достоверное предвидение течения процесса... Закономерности – совокупность взаимосвязанных по содержанию законов, обеспечивающих устойчивую тенденцию или направленность в изменениях системы» [467, 237]. Вся история науки направлена на поиск закономерностей в процессах различной природы. Не исключение и процесс развития техники.

В качестве первой работы, в которой предпринимается попытка вывести законы развития технических систем, можно назвать труд Гегеля «Наука Логика» [173, 174]. Позже К. Маркс описал часть законов в разделе «Развитие машин» XIII главы «Капитал», а Ф. Энгельс показал развитие техники на примере изменения конструкции винтовки [499]. В последующем свой вклад в исследование закономерностей развития техники внесли такие ученые, как Э. Кампп, Ф. Дессаур, М. Эйт М., М. Шнейдер, П.К. Энгельмайер, К. Тессман, И. Мюллер, В.И. Свидерский, А.А Зворыкин, И.Я. Конфедератов, С.В. Шухардин, Ю.С. Мелешенко [343], Б.С. Украинцев [458], А.И. Половинкин [391], Дж. Бернал, Д. Киллефер, Я. Клаучо, Е. Дуд, Л. Тонтл, Д. Тейхман, Л. Штирибинг, Б.М. Кедро, О.Д. Симоненко, В.М. Розин и др.

В наиболее общем виде законы развития технических систем были сформулированы Г.С. Альтшуллером [122]. Законы развития систем можно разделить на две группы [384]:

- законы организации систем (определяющие жизнеспособность системы),
- законы эволюции систем (определяющие развитие систем).

Такое деление закономерностей развития систем любой природы прослеживается еще в работах А.А. Богданова (Малиновского) [142] в начале XX века.

Таблица 2.2 – Законы развития технических систем

Законы организации систем	Законы эволюции систем
1. Закон полноты частей системы. 2. Закон минимальной работоспособности частей системы. 3. Закон избыточности частей системы. 4. Закон наличия связей между частями системы и надсистемы. 5. Закон сквозной проводимости потоков через систему. 6. Закон согласования ритмики частей системы.	1. Закон увеличения степени идеальности. 2. Закон развитие по S-образной кривой. 3. Закон неравномерности развития частей системы. 4. Закон увеличения степени динамичности. 5. Закон согласования. 6. Закон перехода системы в надсистему.

Законы организации систем

Закон полноты частей системы (ЗПЧС)

Закон полноты частей говорит о том, что для автономной работы любая система должна обладать минимально необходимым набором компонентов, а именно:

- источником потоков (ИП) – необходим для обеспечения движения вещественных, энергетических, информационных потоков в системе;
- рабочим органом (РО) – исполнительный механизм;
- передаточным органом или трансмиссией (ПО), (Тр) – передает потоки от источника к рабочему органу;
- преобразователем (Пр) – осуществляет преобразование одной среду в другую, например, вещества в энергию (двигатели), вещества в вещество (химические аппараты), энергии в информацию (датчики) и т.п.;
- информационной системой (ИС) – передача информации для принятия решений;
- системой управления (СУ) – осуществляет принятие управленческих решений [306].

Закон полноты частей системы позволяет производить диагностику функционирования как оборудования, так и предприятия в целом.

Закон минимальной работоспособности частей системы

Для того чтобы система была минимально работоспособной, необходимо и достаточно, чтобы все элементы ее функционального центра (РО, Тр, Пр, СУ, ИС) имели «пороговую» работоспособность.

В случае потери работоспособности хотя бы одного элемента функционального центра (перехода на уровень ниже «удовлетворительно»), вся система становится неработоспособной [307].

Закон избыточности частей системы

Данная закономерность является следствием того, что любая система, помимо выполнения главной функции, для которой она создавалась, также вынуждена выполнять вспомогательные (обеспечивающие) функции. Для этого она должна иметь «лишний» запас вещества, энергии, информации и т.п. С ростом требований к системе в части точности, качества, безопасности и т.п., избыточность возрастает [381].

Закон наличия связей между частями системы и надсистемы

Элементы любой системы связаны и имеют связи между собой либо вещественные, либо энергетические, либо информационные. Последние обеспечивают контроль и управление в системе. Также, помимо связей между элементами системы (внутренние связи), система имеет внешние связи с окружающей средой.

Закон сквозной проводимости потоков через систему

Жизнеспособность любой системы обеспечивается движением потоков вещества, энергии, информации. Несмотря на то, что в системе могут быть запасы, призванные аккумулировать какие-либо необходимые запасы, сквозная проводимость потоков нарушаться не должна – это может привести к серьезным последствиям для жизнеспособности системы [306, 307].

Закон согласования ритмики частей системы

В любой функционирующей социально-экономической системе протекают ритмичные процессы. Начиная от глобальных экономических циклов, заканчивая производственными циклами и операциями.

Любое рассогласование в ритмике снижает эффективность работы системы в целом. Для недопущения рассогласования часто прибегают к наращиванию производительности отдельных наиболее критических элементов (см. «Закон избыточности частей системы» выше).

Проводя диагностику степени согласованности работы элементов можно выявить зоны, требующие повышенного внимания.

Законы эволюции систем

Закон увеличения степени идеальности

Развитие всех систем идет в направлении увеличения степени «идеальности» [119]. Этот закон показывает направление развития.

Несмотря на то, что понятие идеальности является общепhilosophическим (идеал (от греч. *idea* – идея) – высшая, трудно достижимая степень совершенства в чем-нибудь, мыслимый предел стремлений, желаний [452]), для целей управления будем пользоваться коэффициентом «степень идеальности» [44]:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^{\infty} F_i}{\sum_{j=1}^{\infty} P_j} \rightarrow \infty, \quad (2.1)$$

где F_i – совокупность полезных функций (функциональность) системы,

P_j – совокупные затраты, связанные с эксплуатацией системы.

Так, в работе [308] показано, что типичными путями повышения степени идеальности социально-экономических систем являются:

1) $F \uparrow \uparrow \uparrow / P \uparrow$ – опережающий рост функциональности ($F \uparrow \uparrow \uparrow$) за счет разворачивания структуры ($P \uparrow$) – роста затрат;

2) $F \uparrow / P = const$ – рост функциональности ($F \uparrow$) при неизменной структуре ($P = const$);

3) $F \uparrow / P \downarrow$ – рост функциональности ($F \uparrow$) при свертывании структуры ($P \downarrow$), чаще всего достигается за счет новых принципов построения, новых принципов действия;

- 4) $F = \text{const} / P \downarrow$ – сокращение затрат ($P \downarrow$) при неизменной функциональности ($F = \text{const}$) – внедрение ресурсосберегающих технологий, сокращение потерь;
- 5) $F \downarrow / P \downarrow \downarrow \downarrow$ – свертывание функционирования системы, уход с рынка ($F \downarrow, P \downarrow \downarrow \downarrow$).

Рассматривая концепцию «жизненного цикла предприятия» можно отметить, что на разных стадиях преимущественно используется один из возможных путей повышения идеальности системы (рисунок 2.4).

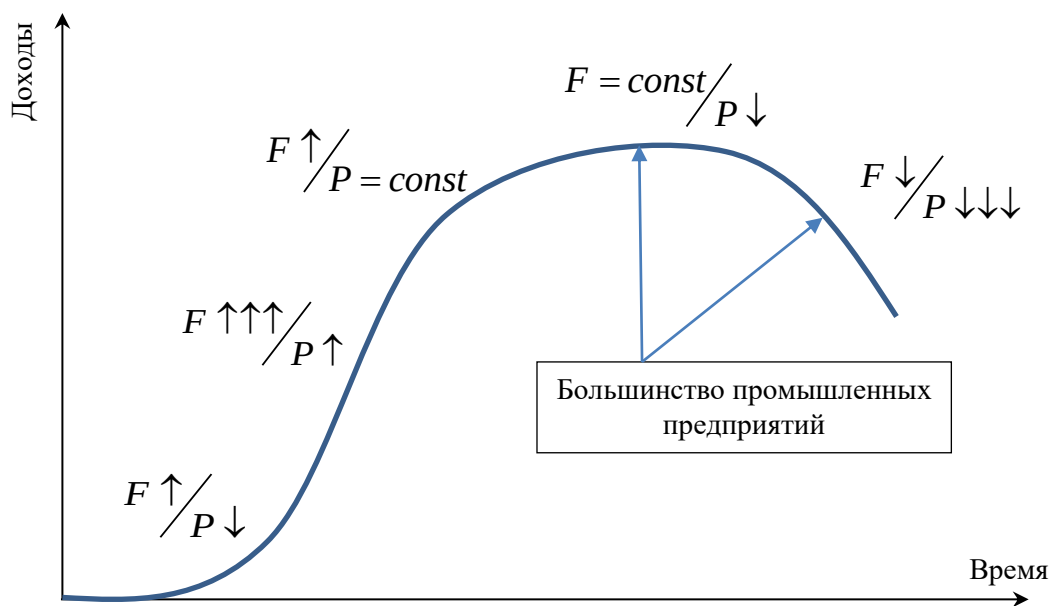


Рис. 2.4 – Пути повышения идеальности системы на разных этапах жизненного цикла

Как показано в главе 1, большинство промышленных предприятий в настоящий момент находится либо на стадии «зрелость», либо на стадии «старость», основной целью которых является изыскание возможностей по значительному снижению издержек производства.

Проведенный нами анализ современных концепций управления [215], используемых промышленными предприятиями и корпорации (Всеобщее управление качеством (Total Quality Management, TQM), Бережливое производство (Кайдзен, Kaizen), 6 Сигм (Six Sigma), Теория ограничений (Theory of constraints, TOC), Реинжиниринг бизнес-процессов (Business Process Reengineering, BPR), Система сба-

лансированных показателей (Balanced Scorecard, BSC), Функционально-стоимостной анализ, ФСА (value analysis/value engineering, VA/VE), также это подтверждает (рисунок 2.5).

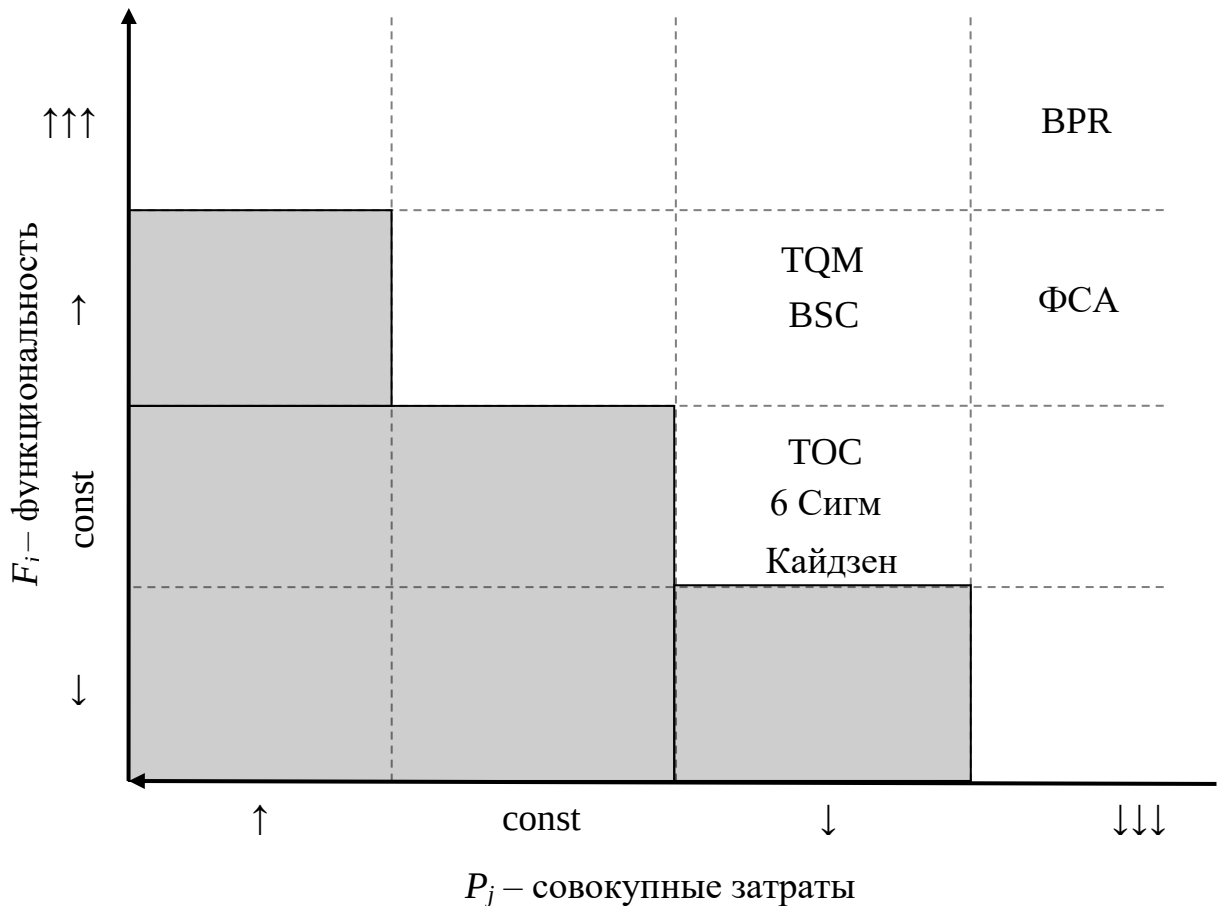


Рис. 2.5 – Матрица «функциональность – затраты» для концепций производственного управления
Примечание: затемненная область – зона не повышающая идеальность системы

Из рисунка 2.5 видно, что все современные концепции управления акцентируют внимание на снижении затрат и, только в той или иной степени, ориентируются на повышение функциональности системы. При этом нельзя выделить однозначного «лидера». Так, система BPR декларирует возможность кардинального роста функциональности и кардинального снижения затрат, при этом предлагает мало формализованные методы, в то время, как, например, концепция Кайдзен имеет широкий набор практических инструментов снижения затрат на производство, и, при повсеместном внедрении, может привести к росту функциональности, хоть и

не декларирует этого. Также практически все концепции используют инструменты друг друга.

Малый акцент на повышение функциональности можно объяснить следующим образом: во-первых, спецификой промышленных предприятий, которые основное внимание уделяют снижению себестоимости стандартного продукта по стандартной технологии; во-вторых, концепции, ориентированные на снижение затрат, показали свою экономическую эффективность еще со времен Ф.У. Тейлора, результат их внедрения ясен и очевиден, в то время как результат, связанный с повышением функциональности, проявляется только через значительный промежуток времени. Также направление, связанное с повышением функциональности систем, содержит слишком мало действенных практических инструментов, которые можно распространять среди работников промышленных предприятий.

Принцип «Развертывание-свертывания»

Как было сказано выше, любая система в процессе своего развития «пытается» повысить степень идеальности. Происходит это за счет «развертывания», т.е. за счет повышения количества и качества выполняемых функций, чаще всего путем усложнения системы, или за счет «свертывания», т.е. сокращения затрат на эксплуатацию, чаще путем упрощения системы. «Развертывание–свертывание» может происходить как всей системы в целом, так и ее отдельных частей.

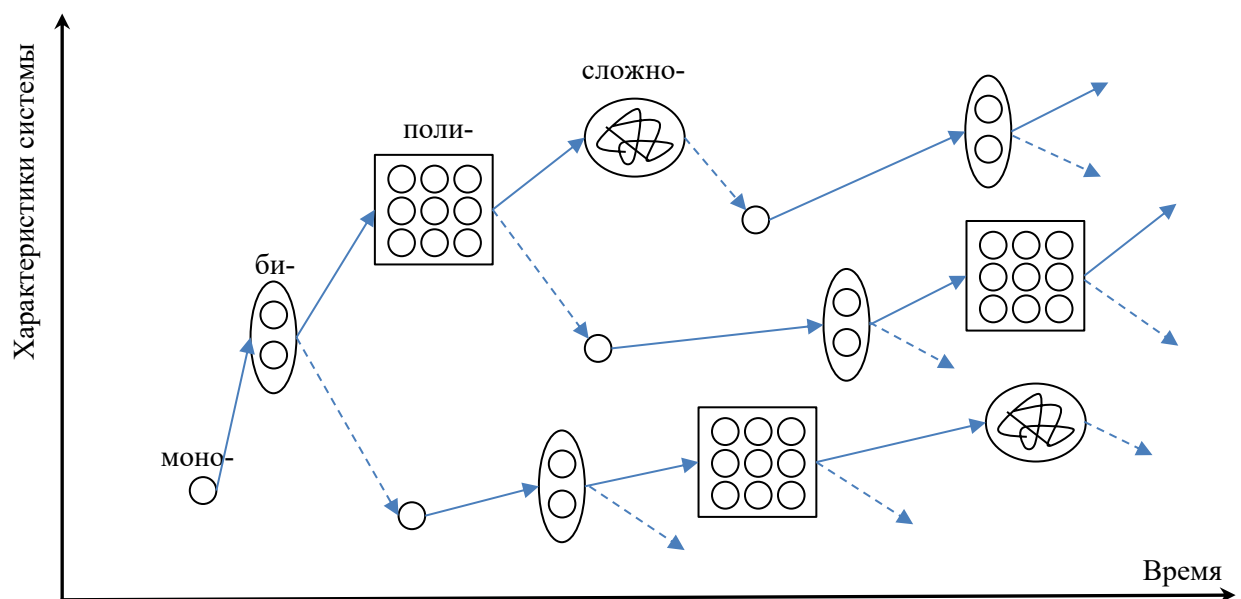


Рис. 2.6 – Иллюстрация принципа «Развертывание-свертывание»

Одним из частных случаев свертывания является переход системы в надсистему, т.е. функцию системы начинает выполнять надсистема.

Развитие по S-образной кривой

Развитие по S-образной кривой – это универсальный закон природы, показывающий развитие какого-либо качества системы по S-образной логистической кривой, или кривой П.Ф. Ферхюльста [107], которая представляет монотонно возрастающую зависимость характеристик от времени [208].

Графический образ S-образной кривой представлен на Рис. 2.7. Как можно видеть, кривая имеет три четко выделяемых участка (три фазы развития технологии): I – стадия зарождения, II – стадия бурного роста, III – стадия зрелости (насыщения).

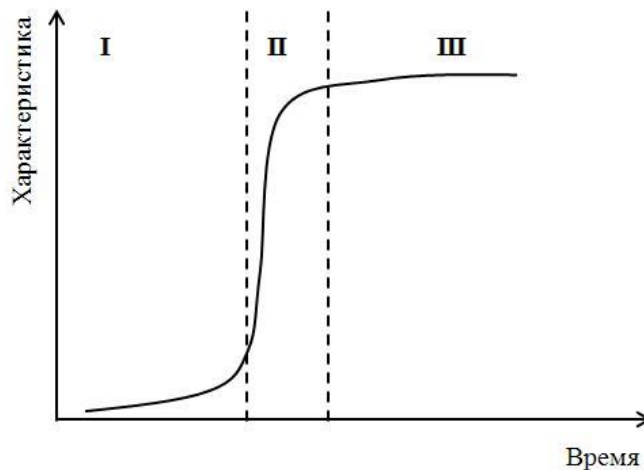


Рис. 2.7 – Логистическая (S -образная) кривая

Если рассматривать развитие какой-либо технологии, то можно говорить о том, что на стадии зарождения наблюдаются низкие характеристики технологического процесса, вследствие плохой изученности только что открытых явлений, лежащих в основе этой технологии. После того, как технология приобретет популярность, к ее разработке подключаются профессиональные инженеры и исследовательские центры, в результате чего наблюдается резкий рост технических характеристик. По мере приближения к границам возможностей использования физических явлений, лежащих в основе технологии, скорость роста технических характеристик замедляется (наступает стадия зрелости) [217].

После того, как технология достигает своей «зрелости», скорость прироста ее

характеристик существенно замедляется. Дальнейшее научно-техническое развитие может быть связано с принципиально иной технологией, реализующей те же функции (см. рисунок 2.8, кривая 2). Однако эта новая технология способна дать существенный прирост новых характеристик, вследствие иных явлений, заложенных в ее основу, при этом она зачастую не имеет тех физических ограничений, с которыми столкнулась первая технология.

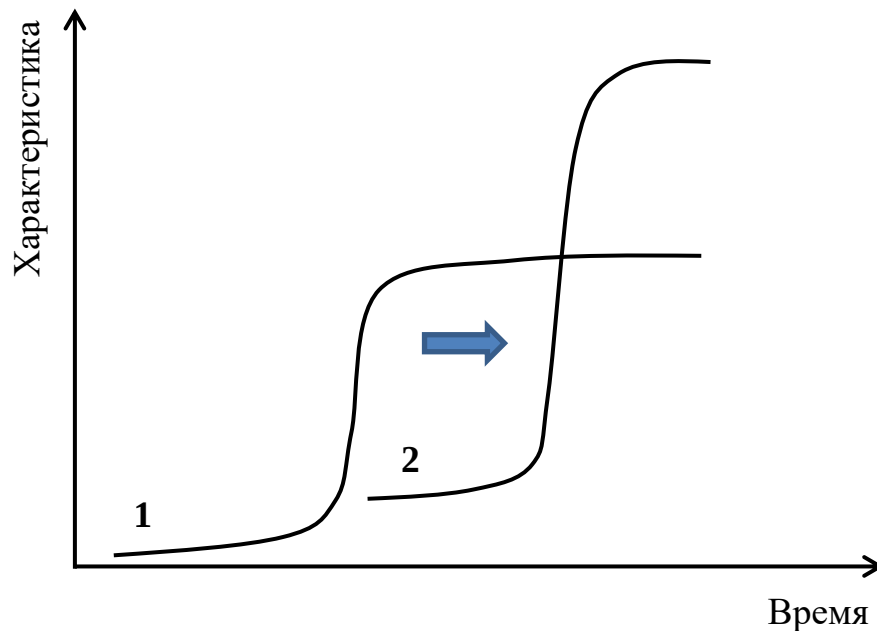


Рис. 2.8 – Переход на новую логистическую кривую

Закон неравномерности развития частей системы

Части любой системы развиваются не равномерно. Поэтому развитие не носит синхронный характер, одни элементы системы развиваются быстрее, другие медленнее. Это порождает противоречия, разрешая которые, система переходит на качественно новый уровень, т.е. развивается.

Г.И. Иванов показал [247], что в технических системах экономически более эффективно первоочередное развитие рабочего органа, т.к. попытки улучшения двигателя, трансмиссии или других частей технической системы сталкиваются с невосприятием этих улучшений в рамках неизменного рабочего органа. Когда же речь идет о развитии социально-экономических систем, вследствие необходимости быстро реагировать на изменения внешней среды, опережающее развитие испытывают системы, связанные с передачей информации (ИС) и принятия решений (СУ) [306].

Принцип «Согласование–рассогласование»

Как следствие закона неравномерности развития частей системы, следует принцип «согласования-рассогласования», заключающийся в согласовании параметров между частями системы в процессе своего развития, а также и согласовании системы с надсистемой. Далее, в результате целенаправленного развития какой-либо части системы, происходит рассогласование параметров, требующее повторения фазы согласования. Таким путем идет общее развитие.

Процессы «согласования-рассогласования» должны приводить к повышению степени идеальности системы.

Закон увеличения степени динамичности и управляемости

Данный закон наиболее актуален для социальных и экономических систем и выражается в повышении динамичности и управляемости системы в процессе своего развития.

Рассматривая историю развития методов и подходов к управлению организацией, можно говорить о том, что первые организации обладали «примитивными» системами управления, и, как следствие, в процессе своего развития сталкивались с барьером «масштаба», когда они не могли увеличить размеры организации, т.к. затраты на реализацию существующих методов управления при росте организации увеличивались темпами большими, чем доходы, получаемые от этого роста. Как пример можно привести компании, испытывающие трудности, связанные с невозможностью роста из-за того, что они используют традиционные организационные структуры (линейную, линейно-функциональную, матричную и т.д.). В настоящий момент повышение степени динамичности привело к появлению организаций предпринимательского типа [178, 439], а увеличение управляемости системы – к развитию концепции делегирования полномочий [258] и использованию явлений самоорганизации [412].

Закон перехода систем на микроуровень

Наука последовательно проникает во все более глубинные уровни материи. Вслед за ней технические системы, конструкции которых основаны на законах механики, заменяются механизмами, использующими различные поля. В социально-

экономических системах большую ценность и стоимость приобретают не материальные блага, а знания и информация. Стоимость многих компаний уже определяется не стоимостью оборудования, имеющегося в ее распоряжения, а владением теми или иными уникальными технологиями.

Кривая Gartner

Анализируя рынок информационных технологий компания Gartner установила, что зачастую имеет место избыточный ажиотаж («хайп») вокруг новых технологий, который нередко завершается разочарованием инвесторов от вложений в данные новые перспективные технологии. Gartner предложила использовать следующую кривую зрелости технологий (Gartner Hype Cycle), которая отражает процесс использования новой технологии (рисунок 2.9).

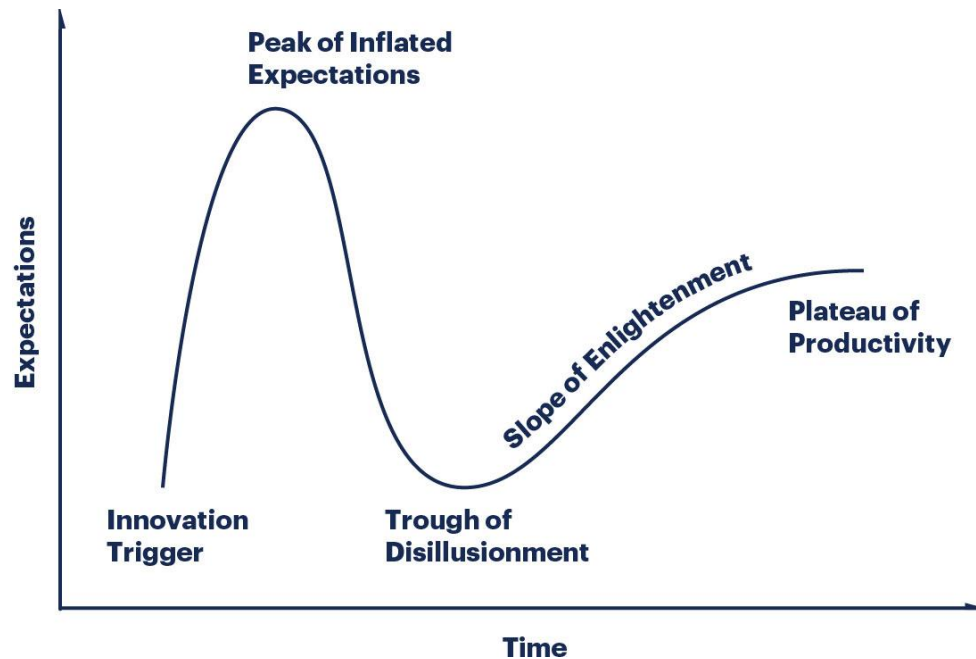


Рис. 2.9 – Цикл зрелости технологий Gartner [36]

Стадия «Innovation Trigger» («запуск инновации») – появление новой потенциально интересной технологии. В данной точке технология интересна только узкому кругу специалистов, она не привлекательна с коммерческой точки зрения. В дальнейшем ее популярность и ожидания инвесторов растут и достигают пика.

Стадия «Peak of Inflated Expectations» («пик раздутых рыночных ожиданий») – чаще всего пик ожиданий достигается не от реальных успехов технологии, а от действия маркетологов и рекламы технологии для целей привлечения инвесторов.

Стадия «Trough of Disillusionment» («дно разочарования») – нижняя точка разочарования, после этой точки происходит понимание реальных возможностей технологий («Slope of Enlightenment»), отдельные попытки внедрения становятся рентабельными.

Стадия «Plateau of Productivity» («плато производительности») – технология становится общеупотребимой, с понятной рыночной моделью возврата инвестиций от ее внедрения.

Анализируя кривую Gartner на предмет использования отдельно взятых информационных технологий, для использования в управленческих технологиях, можно сделать вывод, что, в связи с отсталостью последних, необходимо выбирать те технологии, которые уже преодолели «пик ожиданий». Таким образом, внедрение современных информационных технологий обработки данных в процесс управления должно сократить отставание методов принятия управленческих решений от средств вычислений.

Анализируя кривую развития технологий Gartner за 2018 год можно видеть, что «умные фабрики» преодолели пик и через 5–10 лет могут достигнуть «плато», на котором инвестиции в «умные технологии» начнут приносить стабильный и прогнозируемый доход (рисунок 2.10).

Иерархия закономерностей познания развития технологий в целях управления

Обобщая вышесказанное можно говорить о том, что наиболее универсальными закономерностями являются законы диалектики, в то же время использование данных законов на практике затруднительно в силу их высокого уровня абстракции. Следующим уровнем закономерностей, который уже находит практическое применение, являются либо законы развития технических систем, либо частные законы развития технологий, например, кривая зрелости технологий Gartner.

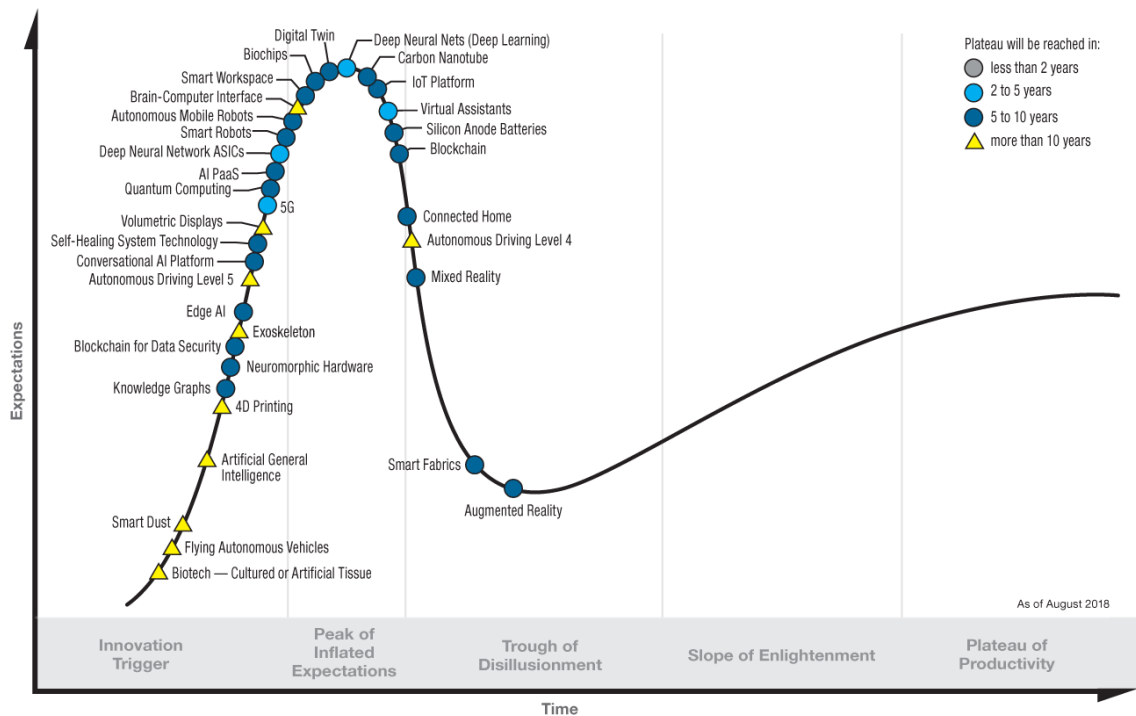


Рис. 2.10 – Кривая зрелости технологий Gartner в 2018 году [78]

Обычно эти закономерности проявляют себя в виде тенденций, которые можно выявить и построить их модели или предложить методы, учитывающие эти тенденции. Конкретная реализация, например, метода управления, является алгоритмом управления, на базе которого может быть построена конкретная система управления (рисунок 2.11).

Закономерности изменения потребностей

Для понимания направления развития технологических систем необходим анализ изменения потребностей, т.к. любая производственная система, какой бы совершенной она не была, предназначена для удовлетворения конечных потребителей.

Модель Кано

Модель Кано была разработана в 1980-х годах Нориаки Кано (рисунок 2.12) [60]. Согласно данной модели, все функции продукта, производимого предприятием, были разделены на три группы [15]:

1) обязательные функции (функции, которые потребитель воспринимает как обязательные в данном продукте, без данных функций продукция предприятия не

будет пользоваться спросом; при этом повышенное качество этих функций не значительно влияет на удовлетворенность потребителей, и она не подымается выше среднего уровня);

2) линейные функции (функции, повышение качества которых потребитель воспринимает в линейной зависимости; часто к данным функциям (параметрам) привязывается цена продукции по принципу «чем больше, тем лучше»);

3) привлекательные функции (неожиданные функции, вызывающие восхищение клиента; часто о существовании таких функций клиент не подозревает до совершения покупки, именно они порождают новые потребности; даже небольшое количество таких функций значительно увеличивает удовлетворенность клиентов).



Рис. 2.11 – Иерархия закономерностей познания развития технологий в целях управления

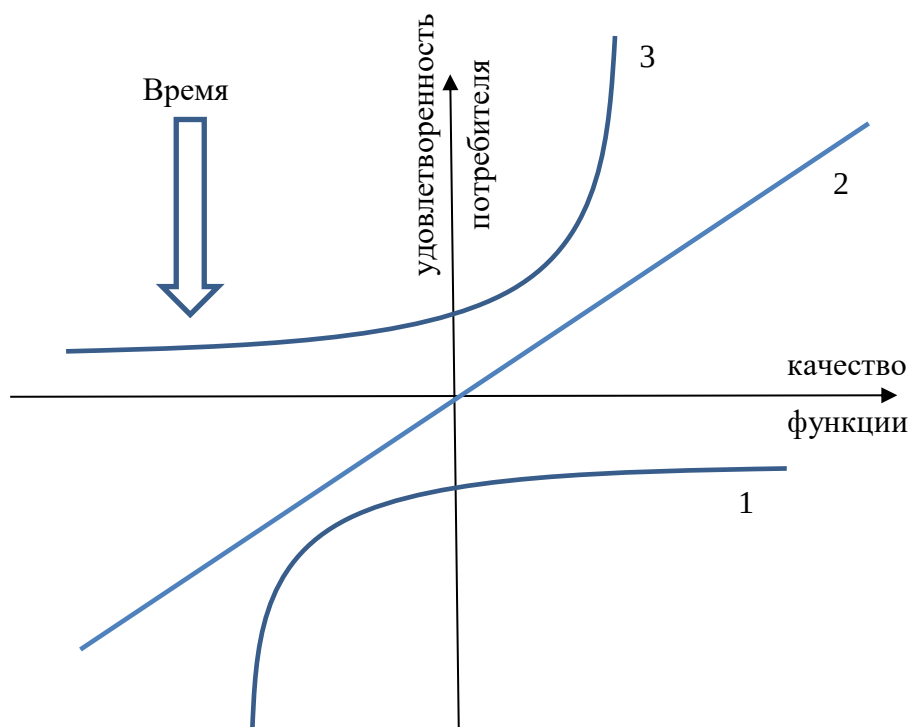


Рис. 2.12 – Модель Канона (1 – обязательные функции; 2 – линейные функции; 3 – привлекательные функции)

Для целей настоящего исследования важно отметить, что модель Канона не является статичной. Привлекательные функции превращаются в линейные, а затем становятся обязательными, данный вывод является следствием закона возрастающих потребностей. Потребители со временем «привыкают» к функциям продукта, которые они когда-то воспринимали как уникальные.

Это следствие, с позиции управления предприятием, влечет за собой необходимость постоянного обновления продукции, а значит и изменения технологий, используемых при его производстве [417, 351].

Закономерности изменения потребностей

В исследовании [23] показано, что потребности покупателей со временем изменяются. Так, сначала они хотят иметь уникальные функции, затем – более надежный товар, далее – удобство, и наконец, когда товар имеет требуемые функции, надежен и удобен, конкуренция происходит за счет снижения цены.

Закон возрастания потребностей

Как было показано выше, со временем происходит возрастание потребностей. При этом потребитель, привыкая к определенному уровню функциональности продукции (удовлетворяя конкретный уровень потребностей) желает получить более высокие характеристики (появление новых потребностей), т.е. по сути потребности иерархичны. Удовлетворение определенного уровня потребностей ведет к появлению новых потребностей. Данная закономерность была отражена в следующих моделях: модель иерархических потребностей Абрахама Маслоу, модель ERG Клейтона Альдерфера, модель приобретенных потребностей Дэвида Мак-Клелланда, двухфакторная модель Ф. Герцберга [464].

В. Петровым [383] были предложены законы развития потребностей, по аналогии с законами развития технических систем:

- идеализация потребностей,
- динамизация потребностей,
- согласование потребностей,
- объединение потребностей,
- специализация потребностей.

Идеализация потребностей

По аналогии с законом увеличения степени идеальности (см. выше), степень идеальности удовлетворения потребностей со временем возрастает либо за счет роста числа и качества потребностей, либо за счет сокращения необходимых затрат на их удовлетворение:

$$I' = \frac{\sum_{i=1}^{\infty} Q_i + \sum_{k=1}^{\infty} Q_k}{\sum_{j=1}^{\infty} P_j} \rightarrow \infty,$$

где I' – степень идеальности удовлетворения потребностей, Q_i – количество потребностей, Q_k – качество потребностей, P_j – совокупные затраты на удовлетворение потребностей.

Динамизация потребностей

Закон динамизации потребностей означает приспособливание потребностей под определенную местность, группу людей, под конкретные временные рамки и т.д. Другими словами, потребности изменяются во времени, в пространстве, по структуре или по какому-либо условию.

Согласование потребностей

Согласование потребностей может проводиться по согласованию потребностей между собой, по параметрам, по условиям и т.д.

Объединение потребностей

Закон объединения потребностей действует аналогично закону перехода в надсистему. В результате объединения потребностей, степень идеальности удовлетворения потребности должна возрасть. Это может произойти за счет усиления полезных функций или за счет взаимного ослабления «вредных» функций.

Специализация потребностей

Закон специализации потребностей проявляется как результат доминирования одной из имеющихся потребностей над другими.

2.3 Формирование идеи адаптивно-технологического управления как основы современной концепции управления промышленными предприятиями и корпорациями

Представленные выше аналитические материалы о развитии взглядов на управление промышленными предприятиями и корпорациями, анализ динамики отечественных и зарубежных практик корпоративного управления, а также методов и моделей прогнозирования технологических изменений, показали, что совершенствование управления предприятиями и организациями представляет из себя многоаспектный процесс, зависящий не только от используемых управленческих технологий, методов и моделей принятия решений, достигнутого уровня развития средств производства, уровня развития компьютерной техники, но и, в первую оче-

редь, от того, как упомянутые подходы, методы, модели и технологии, взаимодействуя между собой в конкретных производственных компаниях, оказывают воздействие на развитие промышленных предприятий и корпораций в целом.

Очень важно осознавать, что в своем развитии каждое промышленное предприятие или корпорация, в соответствии со своими целями и задачами (устанавливаемыми основными собственниками и руководителями), могут выбирать самые различные траектории движения к своему будущему. Разумеете, что эти траектории в ряде случаев могут не только отличаться, но и даже противоречить друг другу. Но как бы там ни было, любое промышленное предприятие базируется на той или иной технологии, каждая из которых подчиняется единым законам развития технологических систем (производственных, информационных, управленческих, экономических и др.).

Системный подход: концепция «черного ящика»

Во второй половине XX в. широкое распространение получил системный подход [475]. Эта методология, возникшая на Западе, появилась в результате перехода от исследования операций [157, 442] к системному анализу, общей теории систем Л. фон Берталанфи [13].

Одной из ключевых концепций системного анализа является модель «черного ящика» [263, 473], предложенная Уильямом Эшби [501], в рамках которой система представляет из себя преобразователь входа в выход. Внутреннее содержание системы при этом не рассматривается (рисунок 2.13).



Рис. 2.13 – Модель «черного ящика»

Проблема неопределенности функционирования больших систем решается в рамках системного анализа за счет их декомпозиции [160, 228]. Существенно продвинуться в решении проблемы неопределенности удалось за счет перехода к процессным идеям в конце XX века.

Суть процессного подхода заключается в том, что вся деятельность организации рассматривается как набор процессов, а управление организацией строится как управление процессами [218]. При реализации процессного подхода, внутри организации развиваются горизонтальные связи между подразделениями и сотрудниками в рамках отдельных процессов, что позволяет координировать деятельность сотрудников разных подразделений, задействованных в одном процессе, без привлечения вышестоящего руководства. Это сокращает затраты на управление, например, по сравнению с функциональным подходом.

Согласно международным стандартам ИСО серии 9000 [224], любая деятельность, в которой используются ресурсы для преобразования входов в выходы, может рассматриваться как процесс. Вся совокупность процессов при этом делится на [298]:

- 1) основные процессы;
- 2) вспомогательные процессы;
- 3) процессы управления компанией;
- 4) процессы развития компании.

Необходимость формирования нового подхода к управлению

Недостатком процессного подхода является то, что определение процесса носит слишком формальное значение. Термин «любая деятельность» чаще всего интерпретируется как текущая деятельность, которая осуществляется на предприятии. При этом процессы развития связываются только с развитием текущей деятельности.

Также в рамках процессного подхода хорошо разработаны методы описания и моделирования, в то время как инструменты прогнозирования направлений развития практически не представлены. В связи с этим возникает необходимость в совершенствовании самого процессного подхода в направлении более точного определения понятия развития и разработки инструментов его прогнозирования.

Адаптивно-технологический подход

Адаптация – это способность системы приспосабливаться к изменениям внешней среды [162]. В процессе изменения в системе могут меняться как количественные характеристики, так и принципы функционирования, а также ее структура. Другими словами, адаптация проявляется в целенаправленном приспособлении системы к меняющимся условиям внешней среды.

Для решения задачи, связанной с совершенствованием процессов, автором настоящей работы предложен адаптивно-технологический подход, сущность которого заключается в адаптации технологий предприятия к изменениям условий внешней среды, включающих в себя как изменение рыночной конъюнктуры, так и глобальные процессы технологического развития. Данный подход реализуется через анализ совокупности технологий предприятия и организации процесса постоянного их совершенствования с учетом объективного характера их развития [215, 218].

Вследствие того, что законы развития технологий можно разбить на два класса – законы функционирования (существования) и законы развития (эволюции), то обобщенную схему управления, в рамках адаптивно-технологического подхода, можно представить так, как отражено на рисунке 2.14.

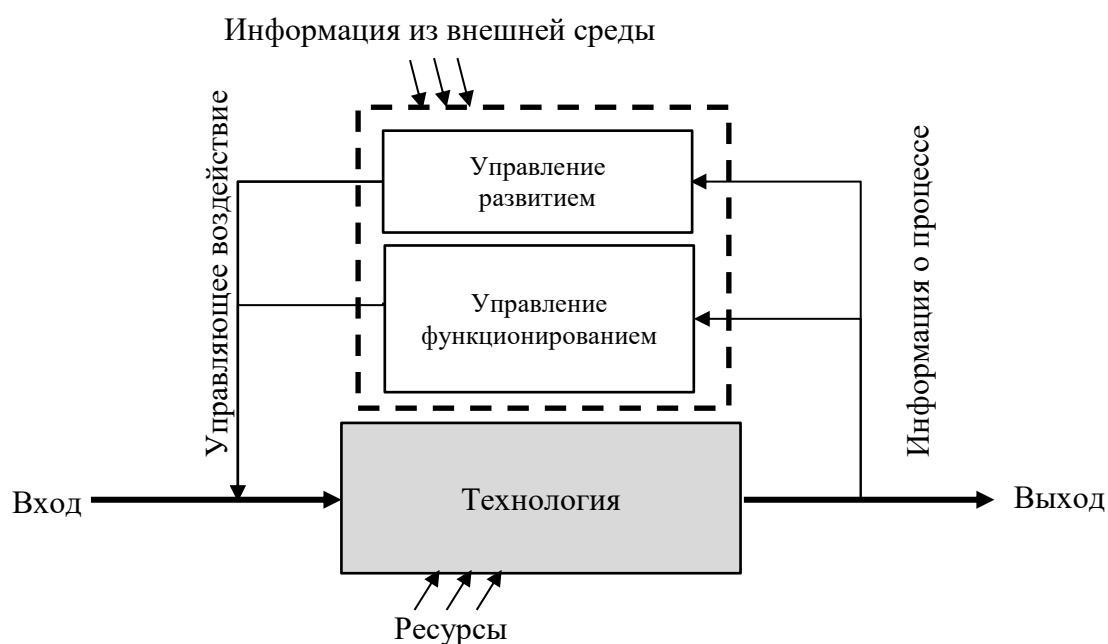


Рис. 2.14 – Схема управления в рамках адаптивно-технологического подхода

Целевые значения любой технологии задаются вышестоящим уровнем управления [6] (рисунок 2.15):

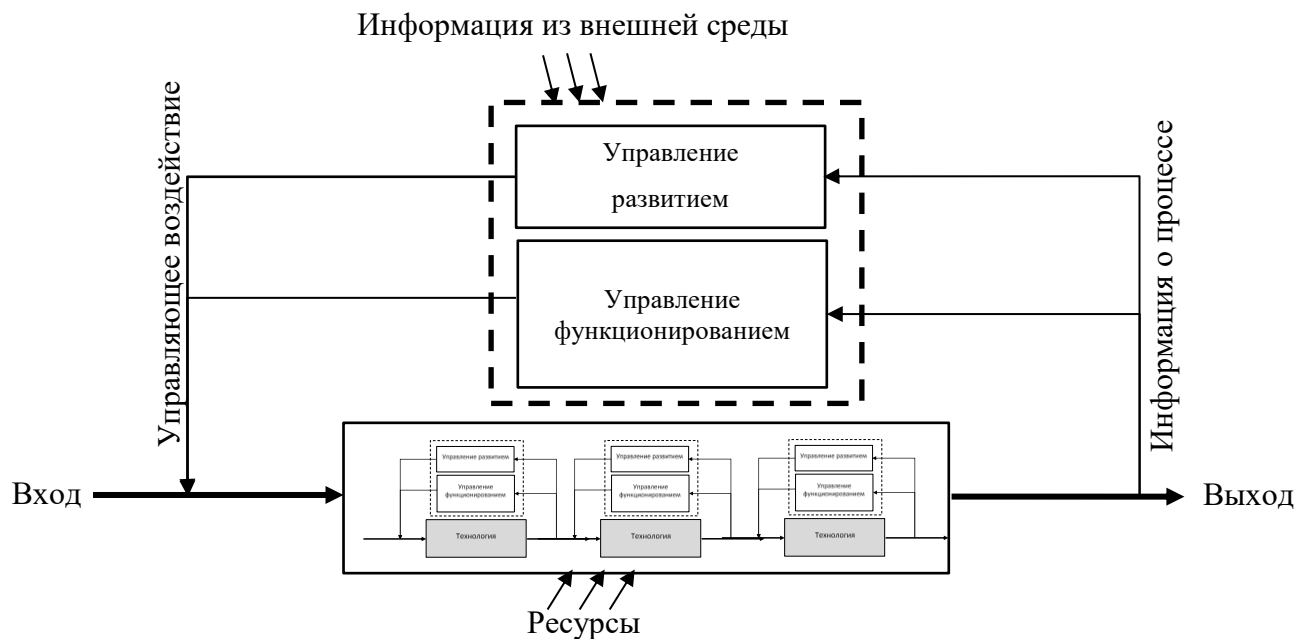


Рис. 2.15 – Связь с вышестоящим уровнем

Существенным отличием предложенного подхода от процессного является рассмотрение технологических процессов как конкретных приемов и способов трансформации. Как следствие этого, появляется возможность не только организовать управление текущим функционированием, но и осуществить управление развитием. При этом управление развитием по своей сути представляет собой адаптацию технологических процессов предприятия под глобальный процесс развития технологий.

Таблица 2.3 – Адаптивно-технологический подход к управлению

Подход	Объект	Цель управления	Методы
Адаптивно-технологический	Технологии	Совершенствование существующих технологий и освоение новых технологий	Методы совершенствования процессов, методы технологического прогнозирования

Основой адаптивно-технологического подхода к управлению (таблица 2.3) является восприятие организации, как совокупности технологий. При этом основной целью управления является совершенствование существующих и освоение новых

технологий. В качестве инструментов прогнозирования дальнейшего развития служат законы развития технологий, базирующиеся на законах развития технических систем, как наиболее известных. Тогда управление функционированием должно сводиться к совершенствованию текущих технологий, используемых на предприятии, а управление развитием – к изменению технологий.

Классификация технологий в рамках адаптивно-технологического подхода

На основе сформулированного выше определения (см. п. 2.2) можно ввести новую классификацию технологий, исходя из среды, находящейся на входе и выходе [199]. Так, если на входе представлена информация, а на выходе какая-либо материя, то это информационно-материальная технология, например, при использовании технологии 3D-печати. Очевидно, что в процессе реализации конкретного технологического процесса потребуется привлечение не только информации, но и материальных и энергетических ресурсов, тем не менее базовым процессом трансформации будет являться преобразование информации в материю. Обратное преобразование материи в информацию, является, в рамках предложенной классификации, материально-информационной технологией, например, технология 3D-сканирования.

Технологии, в рамках которых преобразованию подвергается одноименные среды, предлагается сокращать наименование вида технологии до одного прилагательного: материальные, энергетические, информационные и пр.

Предложенная классификация носит общий характер, поэтому если необходимо конкретизировать среду, то в названии можно использовать более частные случаи. Так, энергия может быть представлена конкретными ее видами: механическая, тепловая, химическая, электромагнитная, атомная и т.д. Материя, в свою очередь, может быть представлена в виде вещества, денег, оборудования и т.д.

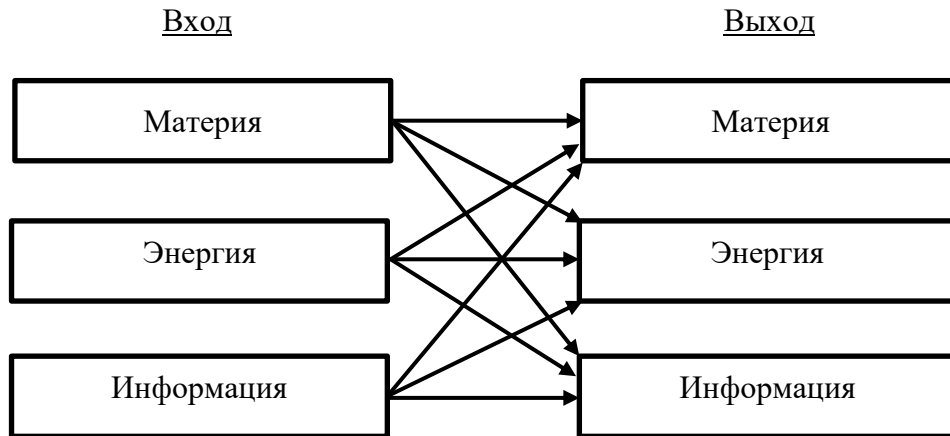


Рис. 2.16 – Взаимосвязь различных сред в рамках классификации технологий

Анализ управления как технологии

Рассмотрим процесс управления как технологию. Очевидно, что управление по своей сути является процессом трансформации информации о системе и состоянии внешней среды (информация) в управляющее воздействие (информация). Таким образом, управленческие технологии мы можем отнести к подклассу информационных технологий.

На текущий момент информационные технологии являются наиболее развивающимися. Всплеск интереса к данным технологиям обусловлен резким ростом вычислительных возможностей машин, а также распространением сетевых технологий, позволяющих оперативно передавать и обрабатывать информацию, не зависимо от географического положения субъектов и объектов управления. В свою очередь, методы и средства принятия решений на уровне предприятий меняются не значительно. С нашей точки зрения, дальнейшее развитие управленческих технологий пойдет по пути все большего внедрения в управление передовых технологий, разработанных в ИТ-индустрии.

Модель зрелости управления предприятием

В рамках методологии управления бизнес-процессами [28, 414] все большую популярность завоевывает концепция уровня зрелости управления [10, 325, 31], под которой подразумевается эволюционное совершенствование управления организацией [239].

Таблица 2.4 – Уровни зрелости управления организацией

Уровень	Название	Описание
1	Процессы не организованы	Отсутствуют регламенты и стандарты. Бизнес-процессы не описаны. Работники действуют по своему усмотрению.
2	Основные процессы организованы	Отдельные стандарты описывают основные процессы компании. Вспомогательные процессы находятся на уровне 1.
3	Большинство процессов организовано	Все процессы в компании описаны и регламентированы.
4	Процессы систематически оцениваются и управляются	Каждый бизнес-процесс в компании описывается количественными показателями. Ведется постоянный мониторинг за показателями бизнес-процессов. Система мотивации персонала привязана к принятым показателям бизнес-процессов.
5	Процессы постоянно совершенствуются	В компании на регулярной основе ведется деятельность по совершенствованию бизнес-процессов.

В таблице 2.4 приведены уровни зрелости в соответствии с комплексной моделью оценки зрелости процессов (*Capability Maturity Model Integrated – CMMI*) [24]. Считается, что переход с уровня на уровень, осуществляется постепенно, т.е. более высокие уровни автоматически включают соответствие более низким.

Как видно, наивысшему уровню зрелости управления соответствует регулярная деятельность по совершенствованию процессов (*Improvement Process*). Концепция улучшения процессов впервые была предложена Дж. Харрингтоном в 1960–1970 гг. [47, 474].

Несмотря на то, что практически все современные концепции управления промышленными предприятиями декларируют постоянное улучшение (например, в рамках процессного подхода широко используется циклы улучшения (рисунок 2.17)),

тем не менее неясным остается – каким образом должно происходить совершенствование процессов.



Рис. 2.17 – Модель системы менеджмента качества, основанной на процессном подходе [224]

В рамках предложенного адаптивно-технологического подхода, управление развитием предприятий и организаций должно строиться через понимание объективных закономерностей развития технологий. Понимание направлений развития технологий позволяет целенаправленно осуществлять их совершенствование. Поэтому можно предложить дополнительно шестой уровень зрелости управления [202], в рамках которого совершенствование процессов протекает через детальное рассмотрение технологий, лежащих в их основе, с учетом законов развития технологий (таблица 2.5).

Таблица 2.5 – Шестой уровень зрелости управления организацией

Уровень	Название	Описание
6	Постоянное совершенствование технологий	Сотрудники компании понимают суть и направления развития технологий, лежащих в основе производства. На базе этих знаний организован непрерывный процесс улучшения на всех уровнях организации.

Система непрерывного управления жизненным циклом технологий

Построение новых методов управления вызывает необходимость разработки соответствующих информационных систем, базирующихся на этих методах. В рамках предложенного адаптивно-технологического подхода конкурентоспособность промышленных предприятий и корпораций определяется, в первую очередь, эффективностью технологий, используемых в процессе производства. Однако подавляющее большинство информационных систем в настоящее время нацелено не на управление технологиями, а на управление продуктами.

Жизненный цикл изделия

Для описания явлений, происходящих в социально-экономических системах, широкое применение нашла концепция жизненного цикла (организаций, товаров, технологий и т.п.) [356]. Наибольший набор моделей представлен моделями жизненного цикла организации [493]. Далее идут модели жизненного цикла продуктов [375]. Наиболее хорошо в этой категории описаны модели жизненных циклов информационных систем [243]. Менее всего проработаны модели жизненного цикла технологий [282].

Всех их объединяет то, что они начинаются стадией «рождения» и заканчиваются стадией «смерти», что говорит о некой объективной закономерности, присущей всем объектам материального мира.

Жизненный цикл изделия (Product Lifecycle) – это совокупность процессов, связанных с конкретным продуктом от момента выявления потребности в обществе до его утилизации (рисунок 2.18).

В настоящее время широкое применение нашли информационные системы управления жизненным циклом изделия (PLM – Product Lifecycle Management) [276, 301], призванные учитывать особенности всех этапов жизненного цикла изделия. Системы PLM способствуют сокращению времени разработки изделия, ускорению вывода его на рынок, повышению качества и надежности продукции.

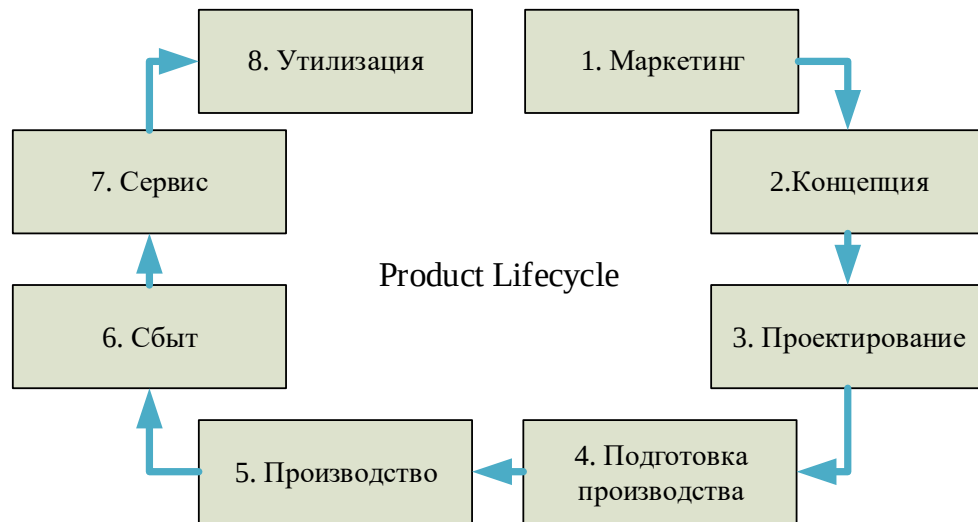


Рис. 2.18 – Жизненный цикл продукта

Частью PLM являются [90]:

- Product Data Management, PDM;
- Computer Aided Design, CAD;
- Computer Aided Engineering, CAE;
- Computer Aided Manufacturing, CAM;
- Computer Aided Production Planning, CAPP;
- Manufacturing Process Management, MPM;
- Digital Manufacturing, DM;
- Maintenance, Repair and Operations or Overhaul, MRO.

Хотя PLM-решения и включают в себя системы планирования производства (Computer Aided Production Planning) и системы управления производственными процессами (Manufacturing Process Management). Данные системы являются частью системы управления жизненным циклом продукции, т.е. производство выступает вспомогательным процессом разработки продукции.

Рассмотрим цепочку «Потребность – Продукт – Технология». Появление новой потребности на рынке приводит к стремлению компаний разработать новые продукты, удовлетворяющие эту потребность и способствующие получению прибыли. Необходимость произвести новую продукцию может вызвать необходимость изменения производственной технологии, если в рамках старых технологических про-

цессов такую продукцию произвести невозможно. Стратегия поиска новых потребностей – разработка новых продуктов – изменение производства, удобны для компаний, являющихся лидерами в выведении новых продуктов на рынок. Чаще всего такие компания являются флагманами в производстве новых видов продукции и обладают большими исследовательскими подразделениями, занимающимися анализом рынков. В то же время они во многих случаях не имеют собственных производственных подразделений. Причиной этого является дальнейшее разделение труда в современном мире и перенос производств в места с более дешевой рабочей силой, с «облегченным» режимом налогообложения и т.п. При этом производственные компании в настоящее время превратились в производственные площадки и берут заказы на изготовление продукции от разработчиков изделий (см. п. 1.2). При невозможности произвести новый продукт на старой производственной базе, разработчики чаще всего просто находят другую производственную компанию, способную выполнить данный заказ. Таким образом, выстраивание управления промышленной компанией только на базе концепции управления жизненным циклом продукции может привести к неконкурентоспособности при кардинальной смене продукции.

Обратимся еще раз к цепочке «Потребность – Продукт – Технология». Объективно можно говорить о том, что ни потребность, ни продукт, ни технология не остаются постоянными, а меняются со временем. Возможны три стратегии поведения, в зависимости от того, на чем концентрирует свое внимание менеджмент компании (таблица 2.6).

Таблица 2.6 – Возможные стратегии поведения

№	Фокус	Действия	Примечание	Промышленные затраты	
				Преимущества	Недостатки
1	Потребность	Исследование рынка	В результате исследования рынка, выявляются потребности, для удовлетворения которых разрабатываются новые продукты и технологии их производства.	Возможность разработки новых востребованных продуктов.	Большие затраты на исследование рынка, завышенная стоимость производимого продукта.
2	Продукт	Разработка новых видов продукции	Зачастую революционные продукты появляются не в результате исследования рынка, так как в обществе еще нет потребности, которые они могут удовлетворить, а в результате научных изысканий. Уже затем новые продукты формируют новые потребности в обществе.	Возможность создания нового рынка и его монополизация в случае успеха революционного продукта.	Большие затраты на разработку продукции, завышенная стоимость производимого продукта. Риски, связанные с невозможностью производства революционного продукта на старой технологической базе.
3	Технология	Совершенствование технологий	Совершенствование технологий позволяет снизить стоимость производимой продукции. Значительные изменения технологий позволяют произвести новые продукты, производство которых было невозможно на базе старой технологии.	Совершенствование действующих технологий, снижение стоимости производимой продукции. Высокая конкурентоспособность достигается теми производственными компаниями, которые первыми осваивают передовые технологии.	Отсутствие возможности конкурировать за счет уникальных товаров.

Таким образом, можно говорить о том, что потребности, продукт и технология взаимосвязаны и взаимообусловлены. А фокусировка должна происходить, исходя из специфики деятельности компании. В частности, для промышленных компаний характерно производство типовых продуктов, потребность в производстве революционных изделий возникает редко. Конкурентоспособность производственных предприятий в основном определяется способностью предложить низкую стоимость производства, за счет оптимальных процессов (технологий).

Жизненный цикл технологии

Подводя итог можно сказать, что современным промышленным компаниям, которые выпускают стандартные продукты или выполняют заказы разработчиков продукции, применение стратегий, ориентированных на потребности или продукты, не дают значительных преимуществ. Ориентация же на технологии позволяет улучшить существующие технологические процессы.

Как было показано ранее, концепция жизненного цикла может быть распространена и на технологии. Чаще всего под этапами жизненного цикла технологий подразумевают ту или иную степень зрелости технологических процессов: новейшая технология, передовая технология, современная технология, не новая технология, устаревшая технология [338]. Разделение технологий по данному принципу не позволяет сформулировать четкие требования к информационным системам управления жизненным циклом технологий. Поэтому произведем выделение фаз жизненных циклов технологии, по аналогии с жизненным циклом продукции (таблица 2.7).

Таблица 2.7 – Стадии жизненного цикла технологии

Фаза	Содержание
1. Технологическое прогнозирование	Прогнозирование изменений технических характеристик и прогнозирование развития технологий
2. Концепция	Разработка концепций новых технологий
3. Проектирование	Проектирование новой технологии с целью внедрения на конкретном предприятии
4. Внедрение	Внедрение новой технологии в работу
5. Совершенствование	Любая технология требует улучшения и совершенствования, в результате которого снижаются затраты на производство
6. Замена	Замена одной технологии другой часто сопровождается множеством структурных изменений в компании
7. Утилизация	Завершение эксплуатации технологии

В настоящий момент хорошо реализованы информационные системы в области инженерного проектирования новых технологий, так как данные системы разрабатывались в рамках систем управления жизненным циклом изделия. В то время как системы, связанные с поддержкой стадий технологического прогнозирования, со-

вершенствования, замены и утилизации технологии, требуют дальнейшего совершенствования. Стоит отметить, что сейчас активно разрабатываются системы совершенствования технологий на базе процессного подхода – Business Process Management (BPM) [12, 28]. Взаимосвязь жизненных циклов потребности, продукта и технологии представлена нами на рисунке 2.19.

Еще одним недостатком ориентации информационных систем на продукт (управление жизненным циклом продукта), является то, что часть процессов предприятия напрямую не связана с выпуском новых продуктов, например, логистика, бухгалтерия, управление кадрами и т.п. Таким образом, эти процессы часто выпадают из поля зрения, и не претерпевают улучшений, совместно с улучшением продукта. Многие промышленные компании потерпели неудачу не из-за того, что не смогли разработать новые продукты и произвести их, а из-за того, что производство этих продуктов на основе неэффективных технологий не позволило им быть конкурентоспособными. Разработка и внедрение систем управления жизненным циклом технологий позволит наладить эффективное управление всеми процессами предприятия.

Системы управления жизненным циклом технологий должны включать в себя как уже имеющиеся системы, связанные с управлением жизненным циклом продукции, так и новые системы, необходимые для совершенствования имеющихся и разработки новых технологий [52].

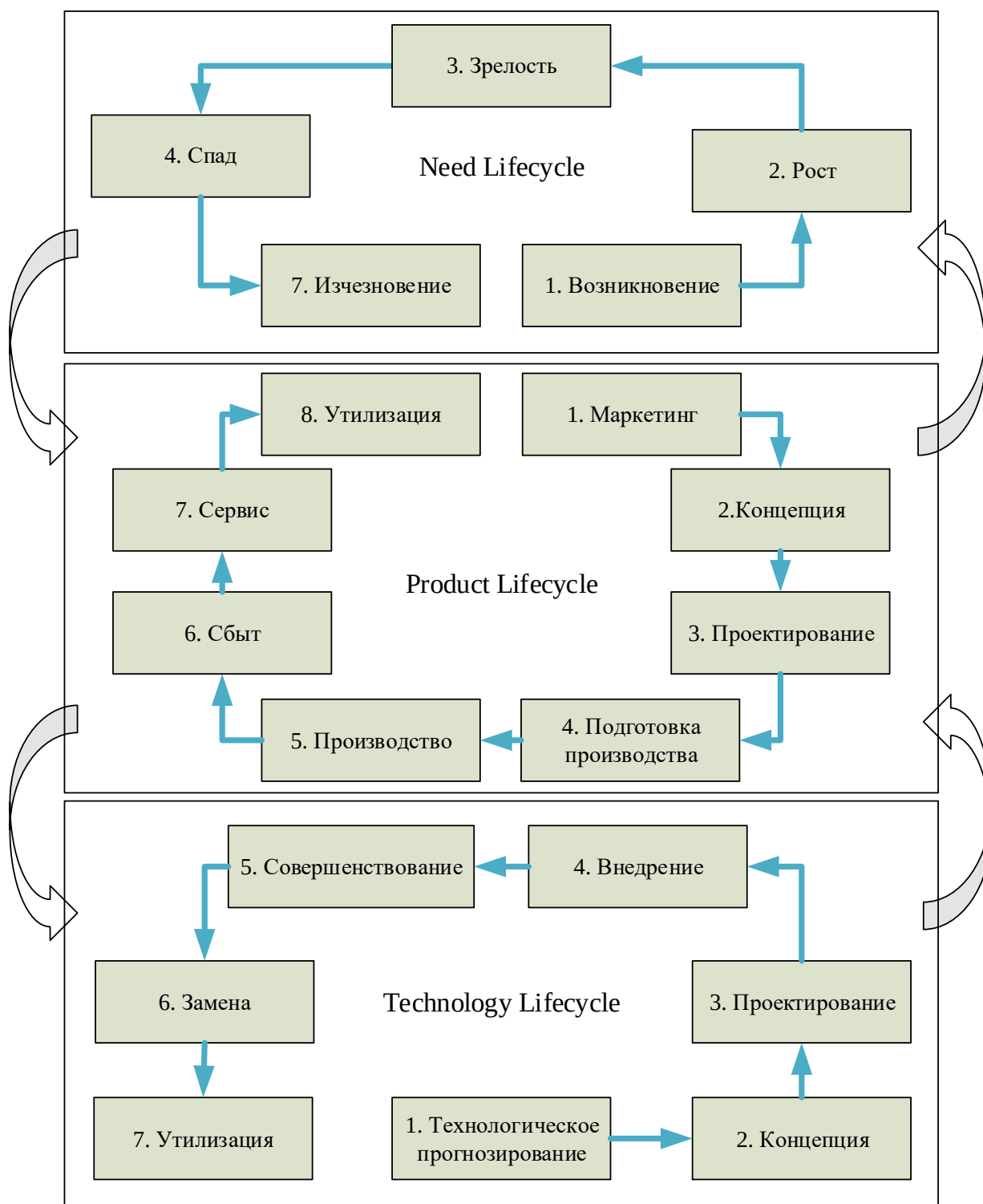


Рис. 2.19 – Взаимосвязь между жизненным циклом потребности, продукта, технологии

2.4 Использование проектного управления для внедрения адаптивно-технологического подхода

Внедрение адаптивно-технологического подхода требует организации деятельности по постоянному улучшению технологий на предприятии. В настоящий момент можно выделить два принципиально различных подхода к совершенствованию деятельности: через непрерывное совершенствование и через проекты внедрения инноваций.

Впервые философия непрерывного совершенствования, подразумевающая небольшие постоянные усовершенствования в работе, стала использоваться компанией Toyota, в рамках собственной системы Toyota Production System [366, 429]. В дальнейшем эта концепция широко распространилась и получила наименование Кайдзен («Постоянные улучшения» – япон.) [251].

В противоположность выше обозначенному подходу, основанному на небольших улучшениях, западные компании широко используют идею внедрения крупных инноваций, значительно улучшающих деятельность компании. Часто такие изменения связаны с полным перевооружением производства [225].

В рамках обоих подходов изменения внедряются посредством реализации проектов. Однако, если внедрение крупных инноваций идет через небольшое количество проектов, требующих существенных капиталовложений, то концепция непрерывного улучшения подразумевает реализацию большого количества малых проектов.

Применение классических методов управления проектами

Управление проектами как самостоятельный раздел теории управления социально-экономическими системами, изучающий эффективные методы, формы и средства управления изменениями [359], появился в начале XX века и базировался на сетевых моделях (графиках) [246]. Основной задачей, решаемой на данном этапе, являлась задача составления календарных планов, выполнения работ и распределения ресурсов на данные работы. Внедрение методов сетевого планирования позволило повысить эффективность управления проектами за счет четкого распре-

деления ответственности между исполнителями [176]. Следующий толчок к развитию теории управления проектами связан с внедрением в практику управления высокопроизводительных вычислительных машин в 50-х годах XX века. В этот период наблюдается повсеместное внедрение математических методов (линейное и нелинейное программирование [131], статистическое моделирование [240], методы исследования операций [294, 443], теории массового обслуживания [265, 250], стохастического программирования [189] и т.п.) с целью повышения эффективности проектов.

Первые методы управления проектами, относящиеся к классическим методам, базировались на сетевых моделях PERT (англ. Program Evaluation Review Technique, рус. Техника Оценки и Анализа Программ и Проектов) и СРМ (англ. CPM, Critical Path Method, рус. Метод Критического Пути) [176].

Классическая (детерминированная) сетевая модель есть конечный граф $G=(\Omega, A)$, где Ω – есть множество вершин (событий), а матрица $A=\{p_{ij}\}$ (матрица смежности) задает множество ориентированных дуг, отождествляемых с работами ($p_{ij}=1$ – если события связаны, $p_{ij}=0$ – если события не связаны), каждой дуге поставлен в соответствие параметр t_{ij} , численно равный времени выполнения работы (i, j) (рисунок 2.20) [175].

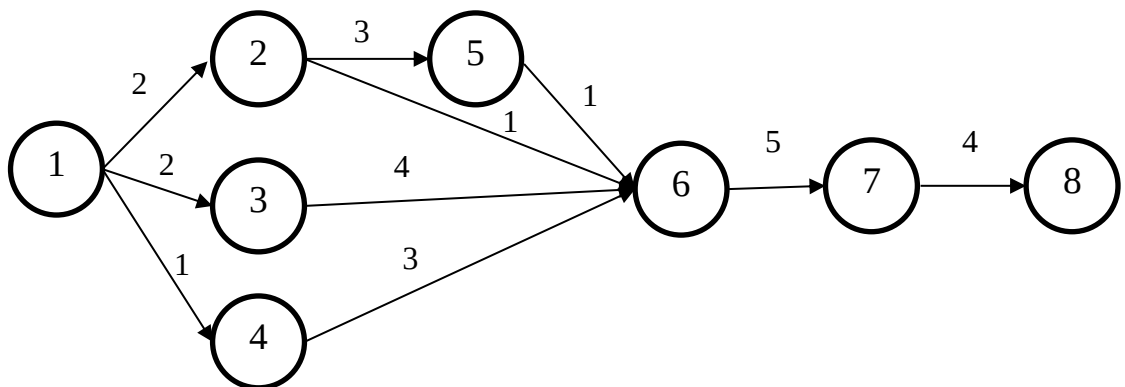


Рис. 2.20 – Классическая (детерминированная) сетевая модель проекта в виде графа

Метод СРМ нацелен на прогнозирование длительности всего проекта, суть его заключается в ранжировании работ по степени влияния на общую продолжительность проекта и выявлении «критического пути», т.е. последовательности работ, позволяющей реализовать проект в минимальные сроки. В то время как метод PERT используется для оценки длительности отдельных работ, как средневзвешенной величины:

$$E = \frac{(O + 4 \cdot M + P)}{6},$$

$$\sigma_E = \sqrt{\frac{(O - E)^2 + 4(M - E)^2 + (P - E)^2}{6}}. \quad (2.2)$$

где O – оптимистичная оценка, M – наиболее вероятная оценка, P – пессимистичная оценка, σ_E – стандартное отклонение.

Если обозначить за T_j ($j \in \Omega$) характерное время события j , т.е. T_j^0 – ранний срок свершения события j и T_j^k – поздний срок свершения события j , то можно записать ограничение:

$$T_i + t_j \leq T_j.$$

Математически задачу управления проектом можно представить как задачу минимизации продолжительности проекта (T_n^*) с учетом ограничений:

$$T_n^* \rightarrow \min, T_j^* - T_i^* - t_{ij} \geq 0, A^k(t) \geq F^k(t).$$

Первое ограничение отвечает за соблюдение последовательности работ, а второе связано с ограниченностью ресурсов, $A^k(t)$ – функция наличия ресурсов, $F^k(t)$ – потребность в ресурсах k -ого типа в момент времени t .

Возможна и обратная постановка задачи, как при заданном времени выполнения проекта (T), распределить ресурсы некоторым оптимальным образом (в соответствии с выбранным критерием оптимальности, θ).

$$\theta \rightarrow \min, T_j^* - T_i^* - t_{ij} \geq 0, T_n^* \geq T.$$

Дальнейшее развитие модели PERT заключалось в постановке оптимизационной задачи – минимизации стоимости проекта – модель PERT-COST.

Таким образом, классические методы управления проектами позволяют успешно управлять проектами с четко известными работами, учитывая сроки начала и окончания работ. В конце 60-х годов XX века были разработаны «обобщенные сетевые модели» [163], позволяющие учитывать также сроки любых промежуточных состояний работы (операции), это позволило более гибко учитывать особенности выполнения конкретных работ. Параллельно были разработаны «вероятностные сетевые модели», которые имели возможность учитывать вероятностный характер отдельных параметров проекта [466].

Необходимость учета случайного характера факторов, влияющих на ход реализации проекта, и потребность в разработке различного рода сценариев одного и того же проекта, привели к появлению «стохастических сетевых моделей» [189].

На современном этапе развитие теории управления проектами актуальной задачей является учет интересов всех заинтересованных сторон (стейкхолдеров). Игнорирование различных интересов, не учет человеческого фактора на практике часто приводят к неудачам в реализации проектов. Построению информационно-аналитической системы управления проектами, учитывающей интересы различных групп стейкхолдеров, посвящена работа [175].

Применение методологии гибкого управления (Agile)

Несмотря на успехи классического подхода к управлению проектами для его применения необходимо знать, как минимум какие работы будут реализованы в ходе выполнения проекта до его начала, что не всегда является возможным. Например, в случае разработки программного обеспечения, в начале реализации проекта еще не только не сформированы основные работы по проекту, часто разработчики не представляют, что необходимо получить в результате реализации проекта. Или в ходе выполнения проекта меняется концепция будущего продукта. Для управления проектами подобного типа были разработаны гибкие методологии управления (agile).

По своей сути, Agile не является методологией, а представляет собой набор принципов [89, 438], которыми следует руководствоваться при «гибкой» разработке. Данные принципы были оформлены в документе «Манифест Agile»:

- «люди и взаимодействие важнее процессов и инструментов;
- работающий продукт важнее исчерпывающей документации;
- сотрудничество с заказчиком важнее согласования условий контракта;
- готовность к изменениям важнее следования первоначальному плану» [333].

В рамках подхода Agile на текущий момент оформилось множество конкретных методологий: Agile Modeling (AM) [2], Agile Unified Process (AUP) [1], Agile Data Method (ADM) [179], Dynamic Systems Development Method (DSDM) [423], Essential Unified Process (EssUP) [179], Extreme programming (XP) [127, 135], Feature driven development (FDD) [65], Getting Real (GR) [38], OpenUP (OUP) [77], lean software development [393], Scrum [279, 422].

Рассмотрим одну из методологий Agile, а именно Scrum, более подробно. Слово Scrum («схватка») заимствовано Джеффом Сазерлендом и Кеном Швабером из регби [422], и обозначает метод командной игры, при которой команда, завладев мячом, начинает двигаться по полю как единое целое, передавая мяч внутри команды. Впервые данная аналогия была высказана в статье японских исследователей [38], которые проанализировали деятельность таких крупнейших компаний, как Honda, Fuji-Xerox, 3M, Hewlett-Packard, и пришли к выводу, что ведущие компании мира отказываются от тщательного линейного поэтапного планирования и контроля разработок новых продуктов, а переходят к методам параллельной работы команд с достаточно большой автономией принятия решений разработчиками.

Идея Scrum заключается в том, что вместо того, чтобы тратить громадное количество времени на планирование работ, лучше как можно чаще проверять ход работ и, при необходимости, корректировать работу команды. Это достигается за счет деления проекта на маленькие автономные блоки. После завершения каждого

блока можно оценить его результат. Данные блоки в Scrum носят название спринты (подчеркивается их скоротечность). Спринты чаще всего имеют конкретные промежутки времени – от одной до четырех недель. Общая схема управления проектам на базе методологии Scrum представлена на рисунке 2.21 [459].

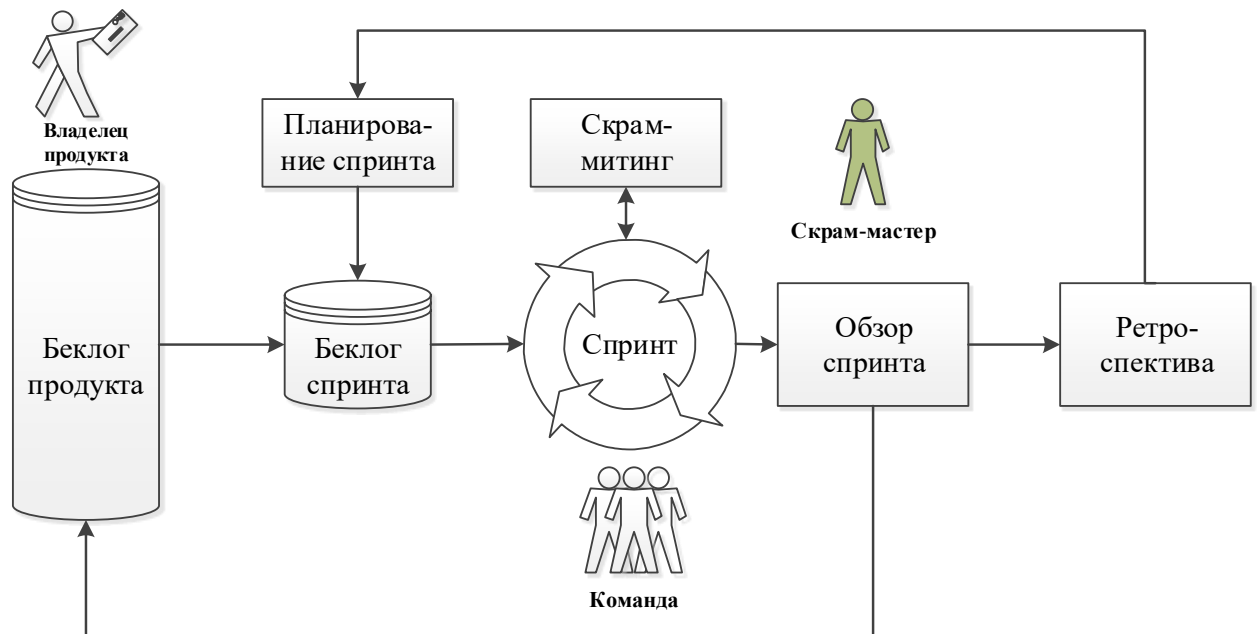


Рис. 2.21 – Управление проектами по методологии Scrum

Основным рабочим звеном является команда проекта, подобранная из различных специалистов, которые необходимы для выполнения задач проекта. Один из членов команды (скрам-мастер), отвечает за соблюдение процедур и правил, предписываемых методологией Scrum.

Особенностью ИТ-проектов является то, что концепция конечного продукта чаще всего представлена в виде набора требований, которые формируют беклог продукта – база требований к конечному продукту. За формирование беклога продукта отвечает владелец продукта, он же взаимодействует со всеми заинтересованными сторонами (стейкхолдерами). Из беклога продукта формируется беклог спринта, т.е. выборка требований, из которой производится формирование текущего спринта.

При такой организации команда проекта работает над небольшим количеством требований, собранных в спринт, и, по мере завершения очередного спринта, в работу берется новый спринт, сформированный из беклога. В связи с небольшой длительностью каждого спринта, команда может очень быстро реагировать на изменения во внешней среде за счет процедуры отбора требований в спринт. Для этого в конце каждого спринта проводится демонстрация измененного продукта, в рамках совещания, называемого «обзор спринта», с участием команды проекта и владельца продукта. В ходе таких совещаний часто меняются требования к продукту, что отражается в изменении беклога и влияет на состав следующего спринта. Еще один вид совещания, проводимый через некоторое время после обзора спринта, называется «ретроспектива». Целью ретроспективы является получения обратной связи от владельца продукта по процессу непосредственной работы команды, а также решение возможных организационных проблем, с которыми сталкиваются разработчики в ходе своей работы.

Также, в рамках методологии Scrum, предусмотрено проведение ежедневных встреч команды (Scrum-митинг), чаще не более 15 минут, на которой каждый член команды отвечает на вопросы: «Что было сделано?», «Что будет сделано?», «Какие есть проблемы?». Scrum-митинги необходимы для синхронизации действий в команде и решения текущих проблем.

Таким образом, в рамках методологии Scrum можно выделить три роли (команда, Scrum-мастер, владелец продукта), три совещания (Scrum-митинг, обзор спринта, ретроспектива) и три инструмента (беклог продукта, беклог спринта, спринты). Более подробно функции представлены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Роли в Scrum

Роль	Функционал
Владелец продукта	• Формулирует требования, формирует беклог продукта; • отвечает за расстановку приоритетов при реализации требований.
Scrum-мастер	• Проводит Scrum-митинг, обзор спринта, ретроспективу; • отвечает за соблюдение процедур.
Команда	• Реализует требования владельца продукта.

Сравнение подходов к управлению проектами

Оба подхода к совершенствованию производственной деятельности требуют организации соответствующей системы управления. Исторически первым – классическим методом управления проектами, назовем его «традиционный», является метод, предполагающий с самого его начала четкое планирование работ проекта, фиксацию сроков начала и окончания работ и дальнейший контроль за выполнением этих сроков. Наиболее популярным инструментом рассматриваемого подхода является ленточная диаграмма или диаграмма Ганта [266].

С ростом числа проектов, находящихся в управлении, использование классических методов приводит к росту затрат, идущих непосредственно на осуществление управления. Впервые эти затруднения испытали ИТ-компании, занимающиеся разработкой программного обеспечения. Большое количество доработок и замечаний, выявленных в ходе реализации проектов, приводило к постоянному их перепланированию, что часто парализовывало работу.

Если анализировать точность прогнозов, то согласно работе [278], на стадии первоначальной концепции она может колебаться в диапазоне 60–160% от реальных сроков (рисунок 2.22), и лишь по мере приближения к окончанию проекта неопределенность значительно сокращается.

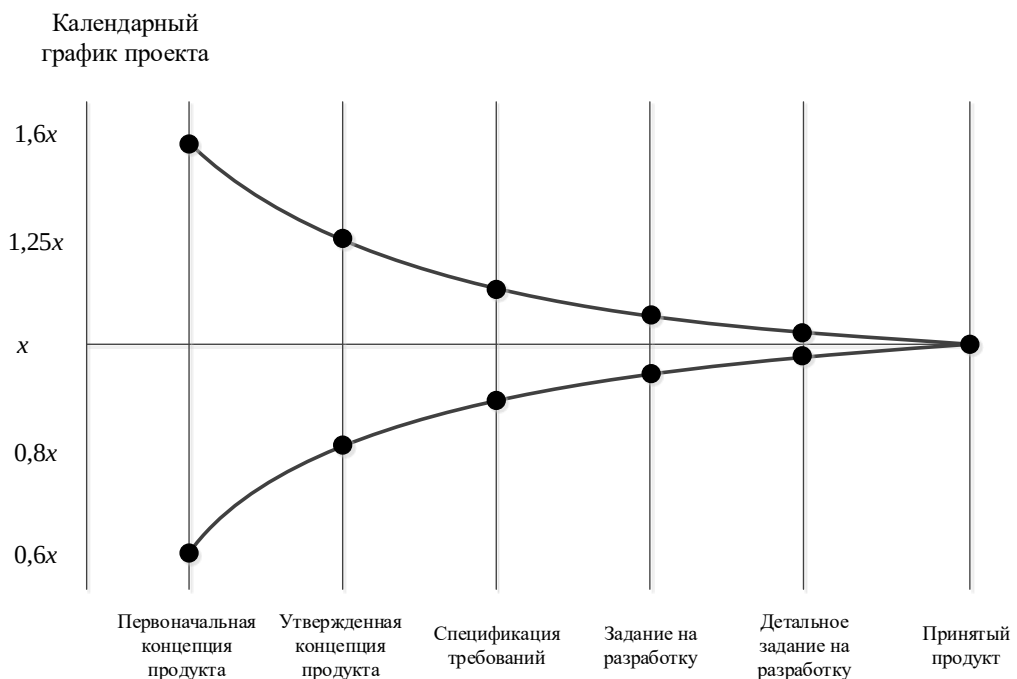


Рис. 2.22 – Неопределенность на различных стадиях проекта (конус неопределенности)

Таким образом, гибкие методологии управления проектами дают возможность значительно сократить время, в течение которого проект находится в работе, и исключить операции, связанные с корректировкой плана. Ранее работа по скорректированному плану зачастую просто превращалась в новый проект [207].

Преимуществом классических методов управления проектами является возможность четкого контроля сроков и ресурсов, однако, они не обеспечивают быстрой реакции на изменения, что является их недостатком. В то время как «гибкий» подход к управлению проектами позволяет быстро реагировать на изменения, при этом остается большая неопределенность при планировании времени и ресурсов.

Комплексный тип управления проектами по совершенствованию производственной деятельности

Все классические методы базируются на предположении о том, что проекты однотипны, а работы повторяются многократно. Данная гипотеза не верна для проектов, связанных с совершенствованием производственной деятельности. Учитывая то, что все проекты, как правило, уникальны, то в этом случае методы классического управления проектами здесь плохо применимы.

Если рассматривать деятельность по улучшению производства как совокупность проектов, то целесообразно разделить проекты на две группы. Первая группа должна содержать проекты с большим объемом финансирования и длительными сроками внедрения, вторая группа – проекты с небольшими сроками внедрения, не требующими при этом значительных затрат. Обычно при реализации проектов из первой группы, заказчик хочет четко представлять временные и ресурсные затраты. Для таких целей лучше подходит «традиционное» управление. Для второй группы характерно выделение единого бюджета на все реализуемые проекты и имеет место меньшая потребность в контроле над каждым проектом. Для таких проектов лучше подойдет «гибкое» управление (рисунок 2.23).

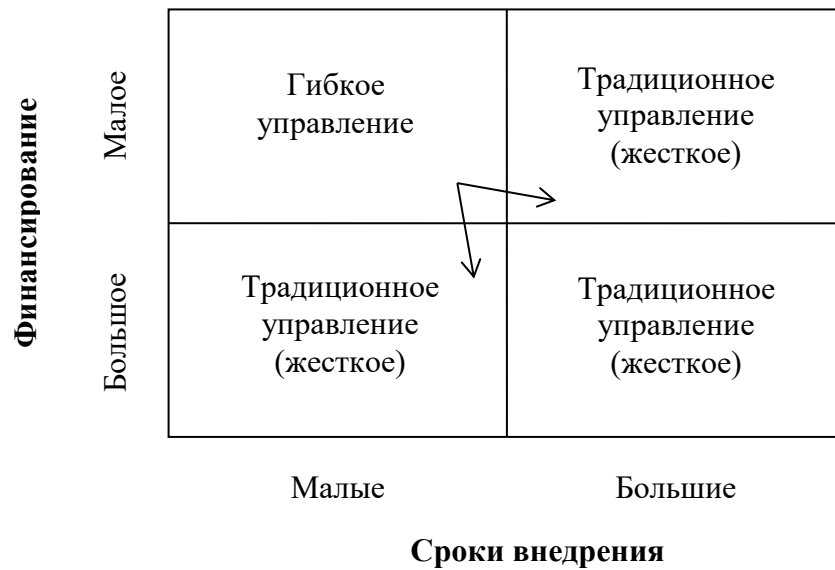


Рис. 2.23 – Выбор подхода к управлению портфелем проектов

Анализируя рисунок 2.23, можно говорить о том, что для предприятия, традиционно использующего жесткие сроки планирования проектов, в первоначальный период следует использовать «гибкое» управление для проектов с малым объемом финансирования и малыми сроками внедрения, для приобретения опыта. Позднее возможна смена методологического подхода и в отношении других проектов (на рисунке 2.23 вовлечение проектов в управление по «гибкой» схеме условно показано стрелками).

Хотелось бы отметить следующее: то, что одно предприятия считает малым проектом, для другого может оказаться крупным. По мере освоения технологии «гибкого» управления, предприятие все больше проектов может реализовывать по этой схеме. Существует множество примеров реализации крупнейших проектов, с большими объемами финансирования по методологии Scrum [422], а также объективных предпосылок отказа от «традиционного» управления, содержащего в своей основе множество работ, не приносящих ценность для клиента, например, таких, как совещания, отчеты, контроль выполнения планов. Единственная причина, по которой предприятия не могут отказаться от классических способов управления

проектами – это отсутствие опыта и достаточной квалификации в области «гибких» подходов.

На рисунке 2.24 представлена возможная схема организации управления проектами по совершенствованию деятельности промышленного предприятия. В предложенной схеме все проекты разделяются на две группы – для «традиционного» и «гибкого» управления.

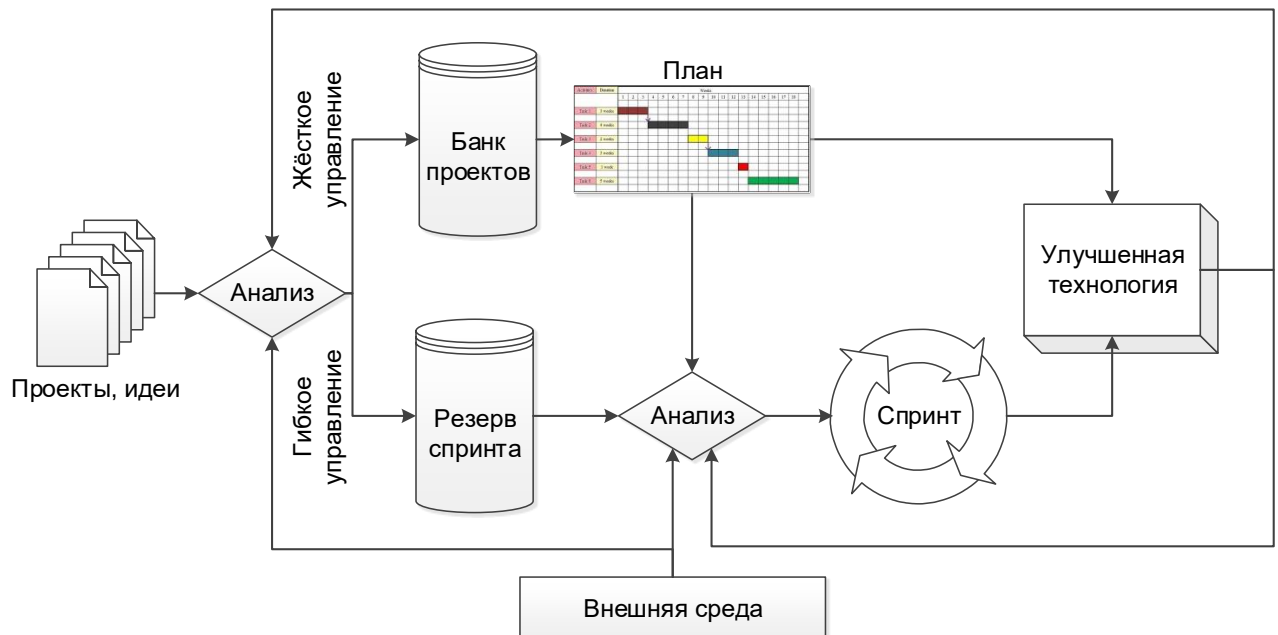


Рис. 2.24 – Управление проектами по улучшению деятельности на предприятии

Проекты под «традиционным» управлением попадают в план реализации и обслуживаются классическими методами управления проектами. Группа проектов под «гибким управлением» попадает в «резерв спринта». В сам «спринт» попадают проекты через предварительный фильтр – аналитический этап, в котором рассматривается целесообразность реализации данного проекта, а также учитываются различные аспекты, такие как: ситуация на производстве, изменения внешней среды, взаимосвязь проекта с крупными проектами, реализуемыми по схеме «традиционного» управления и т.п. Частое принятие решение об отборе проектов из «Резерва спринта», позволяет своевременно учитывать изменения и отбирать наиболее актуальные, на текущий момент, проекты.

Выводы по главе 2

1. На основе сравнения динамики развития информационных и управленческих технологий показано, что резервы повышения эффективности управления промышленными предприятиями и корпорациями лежат во многом в обеспечении сбалансированного, гармоничного развития упомянутых технологий. Сегодня достаточно очевидно, что опережающее развитие информационных технологий по сравнению с технологиями управленческими, обусловленное созданием высокопроизводительных вычислительных систем, привело к тому, что как в оперативном, так и в стратегическом управлении компаниями, современные информационные технологии используются в недостаточной степени. Руководители промышленных предприятий и корпораций осуществляют принятие решений по управлению ими на базе интуитивных или слабо научно-обоснованных методов и моделей. Для восполнения этого перекоса в данной диссертационной работе предложена новая концепция «адаптивно-технологического управления».

2. В качестве базиса концепции «адаптивно-технологического управления» положена гипотеза о том, что результаты деятельности промышленных предприятий зависят от уровня совокупного развития, используемых на конкретном предприятии производственных, информационных, управленческих и иных технологий. В этой связи, технологическое развитие становится одной из главных задач стратегического управления промышленным предприятием.

3. Для построения универсальной концепции управления развитием промышленных предприятий и корпораций понадобилось произвести обобщение подходов к определению понятия «технологии» с целью его уточнения¹. Предложенное обобщение позволило рассматривать всю деятельность предприятий, как совокупность технологий.

¹ В узком смысле под понятием «технология» следует понимать совокупность приемов и способов, а в широком – знания о способах и приемах целевого преобразования различных сред (материальных, энергетических, информационных).

4. В главе 2 диссертационного исследования обоснован объективный характер развития технологий, а также обобщены и сгруппированы основные законы технологического развития. Это позволило предложить новый подход к управлению промышленными предприятиями и корпорациями, а именно «адаптивно-технологический». Существенным отличием предложенного подхода к управлению является наличие двух петель обратной связи, обусловленных двойственностью законов развития технологии, а именно, законов функционирования и законов развития.

5. Для анализа эффективности управления предложена модель зрелости управления организации, представляющая из себя последовательность стадий развития управления, верхним уровнем данной модели является управление предприятием как совокупностью технологий на базе объективных закономерностей их развития.

6. Проведенный анализ, используемых на практике информационных систем, показал необходимость создания нового класса систем управления жизненным циклом технологий, которые должны стать информационным обеспечением процесса управления развитием промышленных предприятий и корпораций в рамках адаптивно-технологического подхода.

7. Для реализации концепции «адаптивно-технологического управления» в промышленных предприятиях и корпорациях предложен комплексный тип управления проектами, включающий как классические методы управления проектами для крупных проектов, так и гибкие методы управления проектами для небольших проектов, направленных на улучшение технологий, используемых предприятиями.

ГЛАВА 3. МЕТОДЫ И МОДЕЛИ АДАПТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

3.1 Иерархическая модель показателей промышленного предприятия, формирующая стоимость компании

Постоянное совершенствование деятельности предприятия является одним из основных трендов развития промышленности на современном этапе. Это нашло свое отражение в таких концепциях управления как «Всеобщее управление качеством» [46, 185], «Управление качеством на базе стандартов ISO 9000» [58], «Шесть сигм» [87, 99, 361], «Кайдзен» [303, 251, 167], «Реинжиниринг бизнес-процессов» [472, 471], «Система сбалансированных показателей» [262], функционально-стоимостной анализ [74, 61] и т.д.

Несмотря на успехи, достигнутые при описании отдельных аспектов деятельности промышленных предприятий, большой сложностью является построение целостной модели деятельности в рамках единого подхода [211].

Для построения эффективной системы управления необходимо разработать модель объекта управления, в данном случае, промышленного предприятия, максимально отражающую его сущность.

Характерной особенностью управления сложными системами [317], к которым относятся промышленные предприятия, является необходимость системного подхода к управлению, заключающегося в том, что система рассматривается как единое целое. Оптимизация отдельных частей целого, без анализа влияния оптимизации на функционирование всей системы, не допустима. Поэтому необходимо определиться с целью всей системы. Чаще всего это скалярная величина, достигающая максимального значения в результате оптимального управления.

Для системного построения модели промышленного предприятия, которая является основой построения системы управления, необходимо руководствоваться также общими кибернетическими принципами.

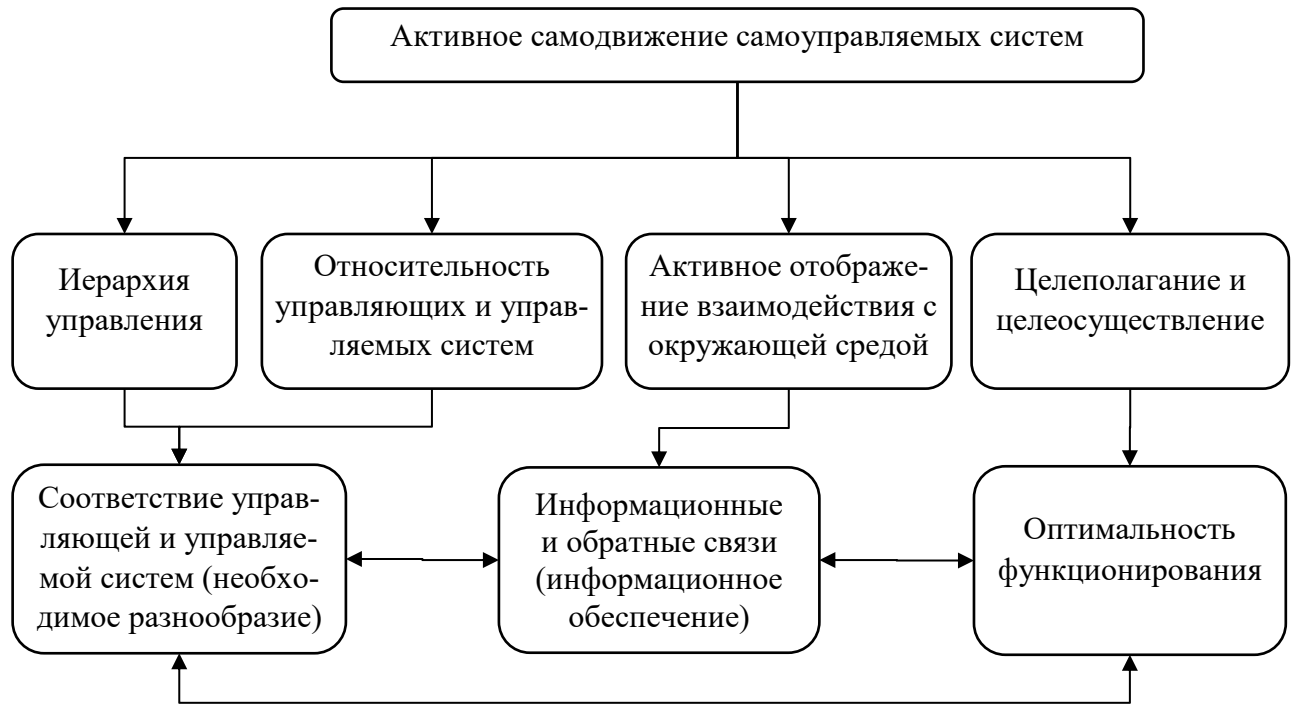


Рис. 3.1 – Кибернетические принципы [421]

Закон «Необходимого разнообразия» У.Р. Эшби [501] может быть сформулирован следующим образом: разнообразие (разнообразие возможных решений) управляющей системы V_{yc} должно быть больше или равно разнообразию (разнообразие возможных вариантов действий) объекта управления V_{oy} :

$$V_{yc} \geq V_{oy}.$$

Таким образом, в случае нарушения данного неравенства, качество управления резко падает. Для недопущения этого имеется два варианта:

- 1) либо увеличить V_{yc} (в социально-экономических системах достигается за счет роста количества и качества управленческого аппарата и т.п.),
- 2) либо снизить V_{oy} (в социально-экономических системах достигается за счет унификации, стандартизации, сокращения номенклатуры изделий и т.п.).

Все большие системы, в том числе и промышленные предприятия, представляют собой сложные многоуровневые (иерархические) системы [401]. В связи с этим, система управления таких объектов также является многоуровневой, при этом должен соблюдаться принцип целостности.

Выделим несколько иерархических уровней управления современным предприятием:

- 1) стратегический;
- 2) тактический;
- 3) оперативный;
- 4) операционный (технический);
- 5) физический.

Построим концептуальную модель управления предприятием, как систему связанных показателей, на базе которых принимаются решения на соответствующем уровне управления [211].

Стратегический уровень управления

Чаще всего на стратегическом уровне управления решения принимаются на основе таких показателей как «прибыль компании» или «стоимость компании». Прибыль является более краткосрочным показателем, чем стоимость бизнеса, поэтому целесообразней, в целях принятия решений по развитию предприятия, использовать показатель стоимости компании. Тем более, что он декомпозируется до прибыли. Определим стоимость компании методом капитализации доходов (Single-Period Capitalization Method, SPCM) [271] как:

$$VC = \frac{Пч}{k} = \frac{Пч}{d - g}, \quad (3.1)$$

где $Пч$ – чистая прибыль предприятия, k – ставка капитализации, d – ставка дисконтирования, g – темпы роста чистой прибыли.

Ставка капитализации, по своей сути, представляет коэффициент приведения потока доходов к единой сумме, или норма рентабельности инвестора.

Типовыми методами определения ставки капитализации являются:

– расчет ставки капитализации на основе ставки дисконтирования, использованной нами в формуле 3.1, $k = d - g$;

– расчет ставки капитализации из анализа рыночных сделок купли-продажи сопоставимых предприятий (в формуле n – усредненный коэффициент капитализации):

$$k = \frac{1}{n} \sum_{p=1}^n \frac{Пч_p}{VC_p} ;$$

– расчет ставки капитализации на основе желаемых сроков окупаемости (T), тогда $k = 1 / T$.

При расчете ставки капитализации через ставку дисконтирования можно воспользоваться следующими методами расчета ставки дисконтирования:

Модели оценки капитальных активов CAPM У. Шарпа (Capital Asset Pricing Model)

Модель оценки капитальных активов была предложена У. Шарпом [481] для оценки доходности акций:

$$d_i = d_f + \beta(d_m - d_f), \beta = \frac{\sigma_i}{\sigma_m^2},$$

где d_i – ожидаемая доходность акции i -ой компании (ставка дисконтирования), d_f – доходность по безрисковому активу (безрисковая ставка), d_m – среднерыночная доходность, обычно доходность по биржевым индексам, β – коэффициент бета, σ_i – стандартное отклонение доходности i -ой компании, σ_m^2 – дисперсия рыночной доходности.

Модифицированная модель оценки капитальных активов MCAPM

В модифицированной модели оценки капитальных активов MCAPM (Modified Capital Asset Pricing Model, MCAPM) добавлено слагаемое, учитывающее возможность появления рисков, не связанных с рынком [451]:

$$d_i = d_f + \beta(d_m - d_f) + d_u,$$

где d_u – премия за риск.

Трехфакторная модель Е. Фамы и К. Френча (The Fama-French Three Factor Model)

Е. Фам и К. Френч [30] также модифицировали модель CAPM, введя в формулу для расчета ставки дисконтирования в модели CAPM слагаемые, учитывающие размеры компании и отраслевую специфику [376]:

$$d_i = d_f + \beta(d_m - d_f) + s_i \cdot SMB_t + h_i \cdot HML_t,$$

где SMB_t – разность между доходностями портфелей, состоящих из акций малых и больших компаний, HML_t – разность между доходностями портфелей, состоящих из компаний с малым и большим отношением балансовой стоимости к рыночной стоимости, (обычно, предприятия разных отраслей сильно отличаются по капиталоемкости), s_i, h_i – имеют аналогичные значения, что и коэффициент бета (β).

Четырехфакторная модель М. Кархарта

М. Кархарт [21] модифицировал модель Е. Фамы и К. Френча, введя дополнительное слагаемое, учитывающее скорость изменения цены акции:

$$d_i = d_f + \beta(d_m - d_f) + s_i \cdot SMB_t + h_i \cdot HML_t + WML_t,$$

где WML_t – скорость изменения стоимости акций.

Модель Гордона (модель дивидендов постоянного роста)

Модель исходит из предположения, что компания платит дивиденды размером D , а также ожидается их рост с постоянной ставкой g [231], тогда:

$$k = \frac{D}{P(1 - f_c)} + g,$$

где P – цена размещения акций, f_c – затраты на эмиссию.

Модель средневзвешенной стоимости капитала (WACC)

В модели WACC (Weighted Average Cost of Capital) ставка капитализации равна средневзвешенной стоимости капитала компании, рассчитывающейся по формуле [352]:

$$WACC = k_d \cdot (1 - t_c) \cdot \omega_d + k_p \cdot \omega_p + k_s \cdot \omega_s,$$

где k_d – стоимость привлечения заемного капитала, t_c – ставка налога на прибыль, k_p – стоимость привлечения акционерного капитала (привилегированные акции), k_s – стоимость привлечения акционерного капитала (обыкновенные акции),

$\omega_d, \omega_p, \omega_s$ – доля заемного капитала, доля привилегированных акций, доля обыкновенных акций в структуре капитала.

Существуют также и другие методы оценки ставки дисконтирования, в частности, расчет на основе рентабельности капитала, расчет на основе экспертных оценок, расчет на основе рыночных мультипликаторов, расчет на основе кумулятивного построения премии за риск и пр.

Таким образом, для целей управления не представляет сложности построить модель стоимости компании, базирующейся на дисконтировании текущих и будущих денежных потоков.

Тактический уровень управления

На тактическом уровне решаются задачи управления с горизонтом планирования до нескольких лет. Такие, как задачи о формировании портфеля производимой продукции, задачи о ценообразовании и т.п.

Продолжим производить декомпозицию формулы (3.1), учтя, что чистая прибыль – это валовая прибыль за вычетом налогов:

$$Пч = Пв - Н, \quad (3.2)$$

где $Пв$ – валовая прибыль, $Н$ – величина налога, уплачиваемая за счет прибыли.

Учитывая, что валовая прибыль складывается из всех доходов за вычетом всех расходов, получим:

$$Пч = TR - TC - Н, \quad (3.3)$$

где TR – валовый доход, TC – суммарные затраты.

Далее учтем, что общий доход равен произведению цены единицы продукции (P) и количеству произведенной продукции (Q). А общие затраты принято делить на постоянные и переменные, окончательно получим:

$$Пч = P \cdot Q - AVC \cdot Q - FC - Н, \quad (3.4)$$

где AVC – удельные переменные затраты (в расчете на единицу продукции), FC – постоянные затраты;

Преобразуем уравнение (3.4), перенеся величину постоянных затрат (FC) и налогов (H) из правой части в левую. Полученное выражение в практике управления носит название маржинальный доход (M) и характеризует чисто производственную деятельность:

$$M = \Pi_ч + FC + H = P \cdot Q - AVC \cdot Q. \quad (3.5)$$

В настоящей работе предлагается рассматривать промышленное предприятие как совокупность технологий: $T = \{t_1, t_2, \dots, t_N\} = \{t_j\}$ – множество технологий предприятия T , $j = \overline{1, N}$, где N – общее количество технологий, используемых предприятием T .

Ранее в работе [216] нами было определено понятие технология. В узком смысле, как совокупность приемов и способов, а в широком – как знания о способах и приемах целевого преобразования различных сред (материальных, энергетических, информационных). При таком общем определении под понятие «технология» попадает любая деятельность, ведущаяся на предприятии. Однако все технологии, используемые предприятием можно разделить на две категории:

- 1) технологии, непосредственно задействованные в производстве конечного продукта («то, за что платит клиент»);
- 2) обеспечивающие технологии.

В частности, ко второй категории можно отнести: обучение персонала, ведение бухгалтерского учета, охрану предприятия и т.п.

Сопоставляя данные категории с формулой (3.5), можно говорить о том, что маржинальный доход ($M = P \cdot Q - AVC \cdot Q$) характеризует эффективность производственных технологий, а величина постоянных издержек (FC) связана с реализацией обеспечивающих процессов. Анализ эффективности ведения бизнеса в той или иной стране можно проводить, учитывая величину налогов (H), которую предприятию приходится платить в зависимости от того или иного налогового режима.

Таблица 3.1 – Показатели эффективности управления на тактическом уровне

Показатель	Формула	Что характеризует
Маржиналь- ный доход	$M = P \cdot Q - AVC \cdot Q$	Характеризует эффективность производ- ственных технологий
Постоянные затраты	FC	Характеризуют затраты предприятия на осуществление непроизводственных процессов
Налоги	H	Характеризуют налоговый режим

Оперативный уровень управления

Как было сказано ранее, общая совокупность технологий предприятия, представляет объединение двух множеств:

$$T = Tr \cup To = \{t_p\} \cup \{t_o\} = \{t_1, t_2, \dots, t_{N_p}\} \cup \{t_{N_p+1}, t_{N_p+2}, \dots, t_{N_p+N_o}\}, \quad (3.6)$$

где $Tr = \{t_p\}$ – множество производственных технологий предприятия, $p = \overline{1, N_p}$, N_p – общее количество производственных технологий; $To = \{t_o\}$ – множество обеспечивающих технологий предприятия, $o = \overline{1, N_o}$, N_o – общее количество обеспечивающих технологий, при этом общее количество технологий на предприятии определяется как $N = N_p + N_o$.

Перейдем от агрегированных показателей формулы (3.5), к показателям, относящимся к отдельным технологиям.

Наиболее просто постоянные затраты предприятия могут быть определены через затраты на отдельные технологии:

$$FC = \sum_{o=1}^{N_o} FC_o, \quad (3.7)$$

где FC_o – затраты на реализацию O -ой технологии за расчетный период.

Анализируя производственную деятельность компании, нам необходимо совокупный маржинальный доход заменить маржинальным доходом, полученным от отдельных продуктов.

$$M = \sum_{p=1}^{N_p} M_p = \sum_{p=1}^{N_p} \left[(P_p - AVC_p) \cdot Q_p \right], \quad (3.8)$$

где M_p , P_p , Q_p , AVC_p – маржинальный доход, цена продукции, объем продаж, удельные переменные затраты от p -ой производственной технологии, соответственно.

Подводя итог по данному уровню управления, можно заключить, что основными показателями, используемыми для принятия решений на данном уровне управления, являются:

- 1) маржинальный доход (маржинальность) по отдельным видам продукции (M_p);
- 2) цена (P_p);
- 3) объемы продаж (Q_p);
- 4) затраты на реализацию отдельных обеспечивающих технологий (FC_o);
- 5) удельные затраты на реализацию производственных технологий (AVC_p).

Маржинальный доход является агрегированным показателем, удобным для принятия решений о продуктовой структуре производства.

Объемы продаж и цена продукции чаще всего являются «заботой» отдельных маркетинговых подразделений компании, а иногда и вовсе не зависят от предприятия, а формируются во внешней среде, например, цены на биржевые товары.

Таким образом, внимание на следующем уровне управления будет уделяться обоим видам затрат.

Операционный (технический) уровень управления

На данном уровне происходит дальнейшая декомпозиция, с выделением в каждой технологии отдельных операций. Тогда можно записать, что:

$$FC_o = \sum_i FC_{oi}, \quad (3.9)$$

$$AVC_p = \sum_j AVC_{pj}, \quad (3.10)$$

где FC_{oi} – затраты на реализацию i -ой операции в O -ой обеспечивающей технологии, AVC_{pj} – затраты на реализацию j -ой операции в p -ой производственной технологии.

Учет затрат на большинстве предприятий ведется по отдельным экономическим элементам затрат в соответствии с рекомендациями, которые даются в Положении по бухгалтерскому учету «Расходы организации» (ПБУ 10/99), утвержденном Приказом Минфина России от 06.05.1999 г. № 33н. Экономические элементы затрат включают в себя:

- 1) материальные затраты, в том числе электроэнергия,
- 2) заработная плата (в том числе отчисления на социальные нужды),
- 3) амортизация,
- 4) прочие затраты.

Таким образом, мы можем в качестве атрибутивного признака любой технологии или операции, делить затраты по этим четырем категориям:

$$\begin{aligned} FC &= \sum_{o=1}^{N_o} FC_o = \sum_{o=1}^{N_o} (FC_{o(мат)} + FC_{o(зн)} + FC_{o(ам)} + FC_{o(нр)}) = \\ &= \sum_{o=1}^{N_o} \sum_i (FC_{oi(мат)} + FC_{oi(зн)} + FC_{oi(ам)} + FC_{oi(нр)}) \end{aligned} \quad (3.11)$$

$$\begin{aligned} AVC &= \sum_{p=1}^{N_p} AVC_p = \sum_{p=1}^{N_p} (AVC_{p(мат)} + AVC_{p(зн)} + AVC_{p(ам)} + AVC_{p(нр)}) = \\ &= \sum_{p=1}^{N_p} \sum_j (AVC_{pj(мат)} + AVC_{pj(зн)} + AVC_{pj(ам)} + AVC_{pj(нр)}) \end{aligned} \quad (3.12)$$

Данное деление затрат позволяет удобно определять экономический эффект от отдельных мероприятий, направленных на улучшение деятельности предприятия.

Затраты на отдельные операции зависят как от организации этих операций, так и от того, на базе каких физических законов они строятся.

Физический уровень управления

Представляется целесообразным при управлении отдельно взятыми операциями помнить о том, что в их основе лежат физические законы, имеющие собственные пределы применения. Так, при рассмотрении каких-либо производственных технологий, иногда целесообразно рассматривать физико-химические процессы, лежащие в основе используемой технологии. На крупных производственных предприятиях данными вопросами занимаются научно-исследовательские подразделения, отвечающие за оптимальное функционирование отдельных машин и агрегатов. В частности, в металлургическом производстве от эффективного использования знаний о физико-химических процессах, протекающих в плавильных агрегатах, во многом зависит величина материальных затрат на конечный продукт.

В качестве показателей на данном уровне управления используются физические параметры, важные для конкретного процесса.

Таким образом, мы получили концептуальную модель управления промышленным предприятием, состоящую из пяти уровней управления и представляющую собой систему связанных показателей, необходимых для принятия управленческих решений. Рассматривая предложенную систему показателей, можно заметить, что часть переменных являются экзогенными (внешними) по отношению к предприятию. Тем не менее, они требуют своего определения (расчета), которое возможно осуществить, если дополнить описанную модель связями с внешней средой.

Так, для расчета стоимости компании необходимо знать ставку капитализации (k), которая зависит от ставки дисконтирования (d) и возможных темпов роста компании (g), обусловленные, в первую очередь, рыночной конъюнктурой и макроэкономической ситуацией.

Также не менее важным представляется проведение анализа достижений научно-технического прогресса. Таких достижений, которые могут кардинально изменить технологии, используемые на предприятии.

Информационное обеспечение управления в рамках адаптивно-технологического подхода

Общую структуру информационной системы предприятия можно рассматривать как совокупность подсистем.

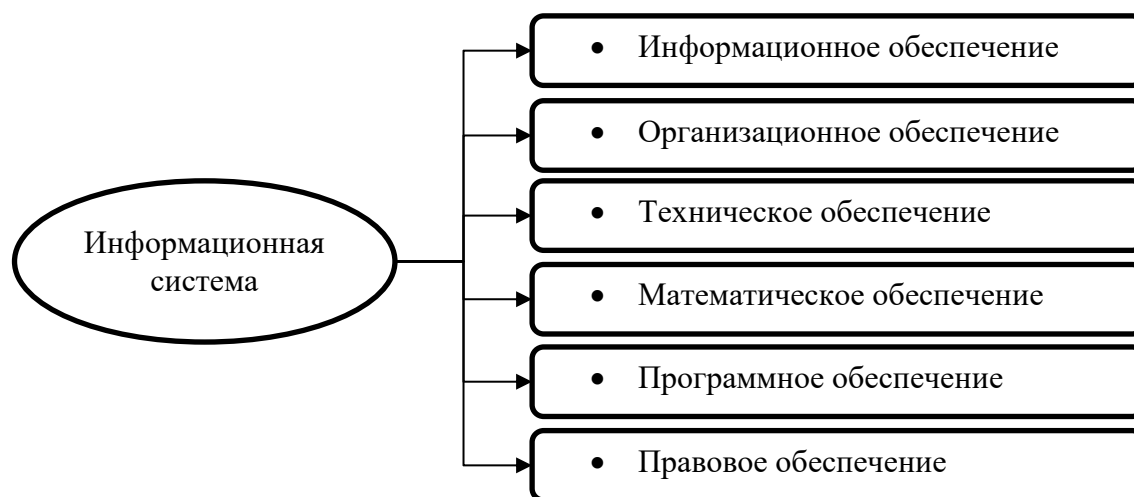


Рис. 3.2 – Структура информационной системы

Назначение подсистемы информационного обеспечения состоит в своевременном формировании достоверной информации для принятия управленческих решений [254].

Любая система, в том числе и промышленное предприятие, в процессе своего развития сталкивается с необходимостью решать два типа задач управления:

- управление организацией системы, т.е. обеспечение ее жизнеспособности;
- управление развитием системы, т.е. обеспечение ее эволюции.

Таблица 3.2 – Задачи управления на разных иерархических уровнях промышленного предприятия

№ п/п	Уровень	Объект	Субъект	Развитие	
				задача существования	задача развития
1	Стратегический	Предприятие	Генеральный директор	Оптимальное управление предприятием	Повышение стоимости предприятия
2	Тактический	Портфель технологий	Директора по направлениям	Оптимальное управление портфелем технологий	Улучшение портфеля технологий
3	Оперативный	Технологии	Мастера, начальники участков	Оптимальное управление технологией	Улучшение технологий
4	Операционный	Операции	Работники, сотрудники	Оптимальное выполнение операций	Повышение эффективности операций
5	Физический	Физико-химические процессы	Исследовательские подразделения	Определение оптимальных режимов и параметров работы	Разработка новых технологий

Рассмотрим управление промышленным предприятием на различных уровнях принятия решений в разрезе обозначенных задач (см. таблицу 3.2).

Иерархическая модель управления промышленным предприятием, в виде системы связанных показателей, приведена в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Иерархическая модель управления промышленным предприятием, в виде системы связанных показателей

	№ п/п	Показатель	Формула	Уровень
Исследо- вание	0	k	$k = d - g$.	Внешняя среда (макроэкономические факторы)
	1	VC	$VC = \frac{\Pi\chi}{k}$.	Стратегический
	2	$\Pi\chi, M, FC, H$	$\Pi\chi = M - FC - H, M = \sum_{p=1}^{N_p} M_p,$ $FC = \sum_{o=1}^{N_o} FC_o, H.$	Тактический
	3	$M_p, P_p, Q_p, AVC_p, FC_o$	$M_p = (P_p - AVC_p) \cdot Q_p, P_p, Q_p,$ $AVC_p = \sum_j AVC_{pj},$ $FC_o = \sum_i FC_{oi}.$	Оперативный
	4	FC_{oi}, AVC_{pj}	$FC_{oi} = FC_{oi(mam)} + FC_{oi(3n)} +$ $+ FC_{oi(am)} + FC_{oi(np)},$ $AVC_{pj} = AVC_{pj(mam)} + AVC_{pj(3n)} +$ $+ AVC_{pj(am)} + AVC_{pj(np)}.$	Операционный (технический)
	5	$FC_{oi(mam)}, FC_{oi(3n)}, FC_{oi(am)}, FC_{oi(np)},$ $AVC_{pj(mam)}, AVC_{pj(3n)}, AVC_{pj(am)}, AVC_{pj(np)}.$		Физический
Исследо- вание	0	$FC_{oi(mam)}^{best}, FC_{oi(3n)}^{best}, FC_{oi(am)}^{best}, FC_{oi(np)}^{best},$ $AVC_{pj(mam)}^{best}, AVC_{pj(3n)}^{best}, AVC_{pj(am)}^{best}, AVC_{pj(np)}^{best}.$		Внешняя среда (научно-технический прогресс)

Для информационного обеспечения управления развитием промышленного предприятия, необходимо реализовать информационную систему, согласно разработанной концептуальной модели.

3.2 Модели и методы формирования оптимального технологического портфеля корпораций

В случае рассмотрения предприятия как совокупности технологий очевидным становится вопрос о том, какими технологиями владеет предприятие и какие технологии следует приобрести.

Портфельный анализ

Наиболее простыми методами портфельного анализа являются матричные методы, которые нашли широкое применение в практике управления: матрица БКГ, Матрица McKinsey-General Electric, матрица СПбГТУ, матрица Томсона-Стрикленда, деловой экран по И. Ансоффу, поле возможных стратегий по Д. Абелю, деловой экран по Константинову и т.д. [394].

Суть данных методов состоит в группировке и представлении имеющихся у предприятия продуктов, бизнесов по ряду классификаций, чаще всего по двум (двухмерные матрицы) или трем (трехмерные).

Так как в рамках предложенного адаптивно-технологического подхода объектом управления являются технологии, то группировке, в рамках матричных методов, должны подвергаться технологии.

В качестве признаков для проведения группировки возьмем возврат от инвестиций (экономическая эффективность технологии) и перспективность технологии с позиции ее совершенствования. Как было показано ранее, перспективность может определяться участком логистической кривой (зарождение, рост, зрелость), на которой находится технология.

Тогда можно представить следующую матрицу (рисунок 3.3).

Рентабельность	Высокая	1	2	3
	Средняя	4	5	6
	Низкая	7	8	9
		Зарождение	Рост	Зрелость
		Стадия		

Рис. 3.3 – Матричные методы анализа технологий

Анализируя матрицу, представленную на рисунке 3.3, можно сделать вывод, что сбалансированный портфель технологий предприятия должен включать в себя не только технологии, находящиеся на стадии «зрелость» (квадранты 3, 6, 9). Также можно предположить, что со временем рентабельность от таких технологий будет уменьшаться, т.е. технологии из квадранта 3 будут переходить в квадрант 6, а затем и в квадрант 9. Технологии же квадранта 9 со временем станут не рентабельными и потребуют своей замены.

Портфель НИОКР предприятия должен содержать технологии, находящиеся на стадии «Рост», именно эти технологии имеют наибольший потенциал улучшений (квадранты 2, 5, 8). Технологии на стадии «зарождения» имеют очень высокие риски неуспешности, тем не менее какая-то часть из них должна быть в разработке исследовательских подразделений.

Часто при финансовом анализе возможного портфеля проектов прибегают к матричным диаграммам, отражающим экономическую эффективность, например, *NPV*, риски проекта [264].

Таким образом, матричные методы управления технологиями, несмотря на свою простоту, позволяют взглянуть на всю совокупность технологий предприятия с позиции сбалансированности и своевременно подготовить стратегические решения по улучшению качества соответствующего портфеля.

Учет стадии проекта при формировании портфеля НИОКР

Любой проект НИОКР (исследовательский проект) можно представить, как ряд последовательных стадий. Доля проектов, прошедших всю последовательность, обычно находится в пределах 10–15% от общего числа на входе [143]. Что соответствует примерно 60% -ой вероятности прохождения каждой стадии (рисунок 3.4).



Рис. 3.4 – Общий алгоритм совершенствования технологий

Поэтому важно формировать портфель НИОКР из проектов, находящихся на разных стадиях своего развития. При этом, с учетом малой вероятности дохода проекта до последней стадии, количество проектов на концептуальной стадии в портфеле должно быть больше, чем на последующих. Нахождение большого числа проектов на последних стадиях (эти стадии связаны с большими затратами капитала) может привести к чрезмерной финансовой нагрузке на компанию.

Также следует помнить об отраслевой специфике. В отраслях, где кумулятивная вероятность успеха проекта не большая, портфель НИОКР должен состоять из большего количества проектов.

Экономическая эффективность портфеля НИОКР

При расчете экономической эффективности отдельных проектов, принятие решений осуществляется на основе расчета NPV . Тот же подход применим и для портфеля проектов. Совокупная стоимость портфеля будет определяться взвешенной суммой величины NPV отдельных проектов, с учетом затрат компании на привлечение капитала [143].

Теория «эффективных портфелей» и диверсификация портфеля технологий

Теория эффективных портфелей предполагает формирование портфеля, обеспечивающего максимальную отдачу, при заданном уровне риска [16]. При формировании портфеля ценных бумаг это достигается за счет включения в портфель бумаг, обладающих малой корреляцией в движении их цены между собой. Математический аппарат теории оптимальных портфелей был разработан и представлен в трудах Дж. Тобина, Г. Марковица, У.Ф. Шарпа, М. Шоулса, Р. Ингла.

Аналогичным образом может быть проведена диверсификация портфеля технологий, с тем лишь отличием, что портфель технологий обладает значительно меньшей ликвидностью, чем портфель ценных бумаг. Технологические риски, как и риски, связанные с ценными бумагами, можно разделить на индивидуальные (связанные с конкретной компанией) и системные (связанные с рынком в целом, в данном случае с рынком технологий) (рисунок 3.5).

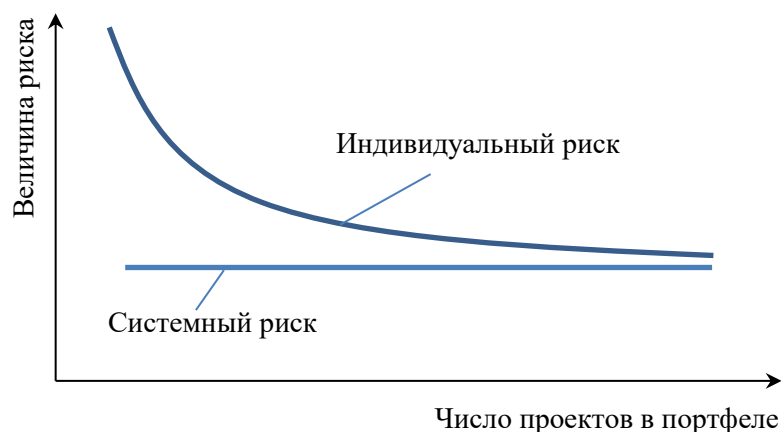


Рис. 3.5 – Снижение риска технологического портфеля за счет диверсификации

3.3 Модели и методы совершенствования технологий

Общий алгоритм совершенствования технологий

Общий алгоритм совершенствования технологий представлен на рисунке 3.6.

Согласно предложенному алгоритму, процесс совершенствования технологий содержит ряд стадий, каждая стадия, в свою очередь, может быть реализована различными методами.

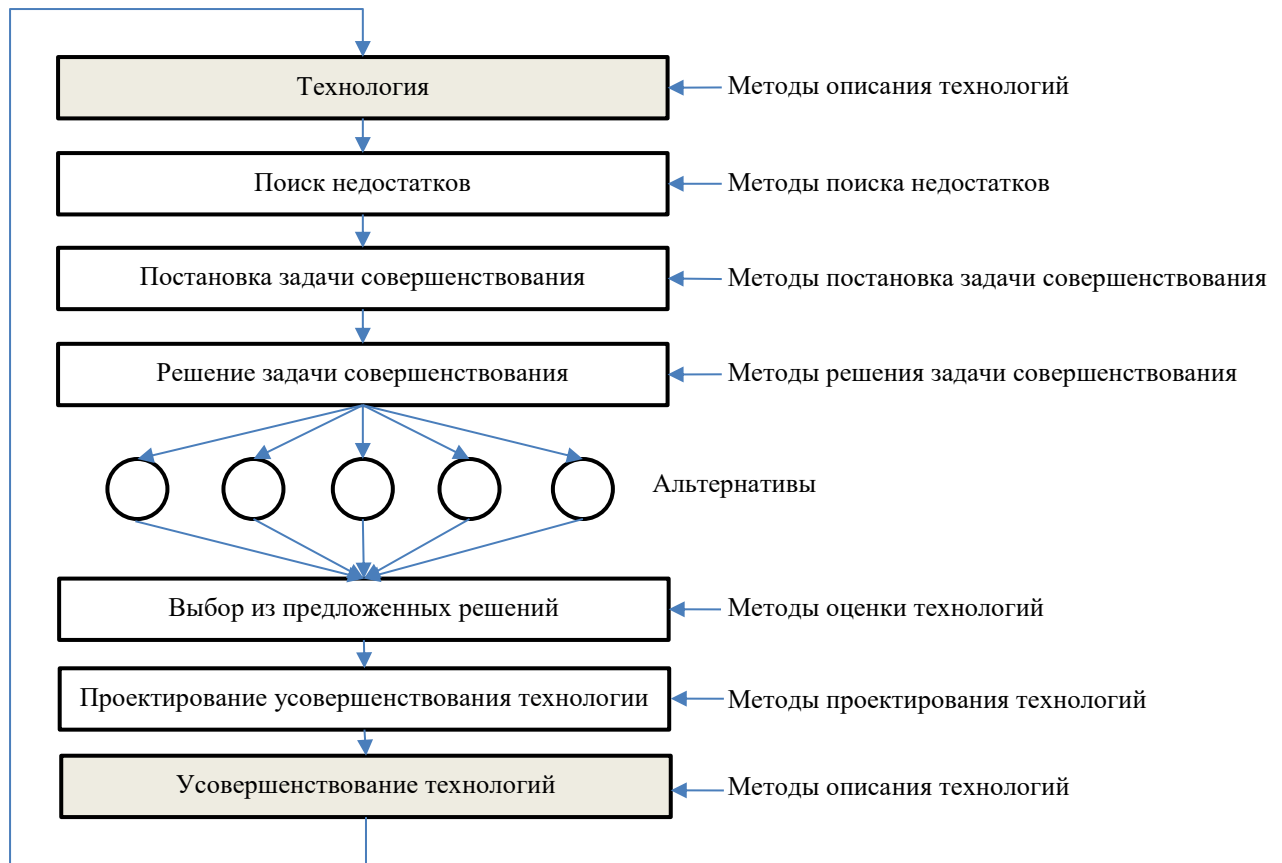


Рис. 3.6 – Общий алгоритм совершенствования технологий

Методы поиска недостатков существующих технологий

Чаще всего поиск недостатков сводится к последовательному применению различных методов анализа к исследуемому объекту, с целью формирования базы недостатков, которая в дальнейшем будет использована для постановки задачи совершенствования и разработки альтернативных вариантов технологии (рисунок 3.7).

В рамках функционального анализа проводится анализ функций как технологии в целом, так и отдельных ее элементов, при этом принято различать следующие функции [405]: главная полезная функция, дополнительные функции, основные функции, вспомогательные функции, вредные функции, нейтральные функции. Зная какие элементы системы выполняют какие функции, можно строить функциональные модели, которые показывают элементы системы, являющиеся проблемными, т.е. элементы которые должны быть улучшены.



Рис. 3.7 – Алгоритм стадии «Поиск недостатков»

Параметрические методы анализа сводятся к построению моделей систем, акцентирующих внимание на каком-либо ее параметре. Например, рассматривая производственные технологии, важным является рассмотреть модели, связанные с производительностью оборудования, статистику в области простоев и ремонтов, формирования брака и т.п. Все эти направления анализа позволяют выявить проблемные места и недостатки технологии.

Проводя анализ конкретной технологии чаще всего прибегают к ретроспективному анализу технологий подобного рода (анализ исторической ретроспективы развития технологий), в соответствии с той или иной закономерностью развития с целью прогнозирования возможного изменения технологии в будущем. Например, рассматривая закономерность «Неравномерности развития элементов технологии», необходимо рассмотреть какие из компонентов этой технологии отстают от других компонентов данной технологии (например, находятся на более ранних технологических укладах). Скорее всего именно эти технологии «тормозят» развитие всей системы.

Тенденции и построение линий развития

Законы развития трудно использовать в качестве инструментов решения задач в силу их обобщенности, поэтому действие законов описывается через тенденции (генеральные направления развития элементов системы в соответствии с объективными законами развития технических систем) и линии развития систем (конкретизация какой-то тенденции развития данного объекта или процесса) [490].

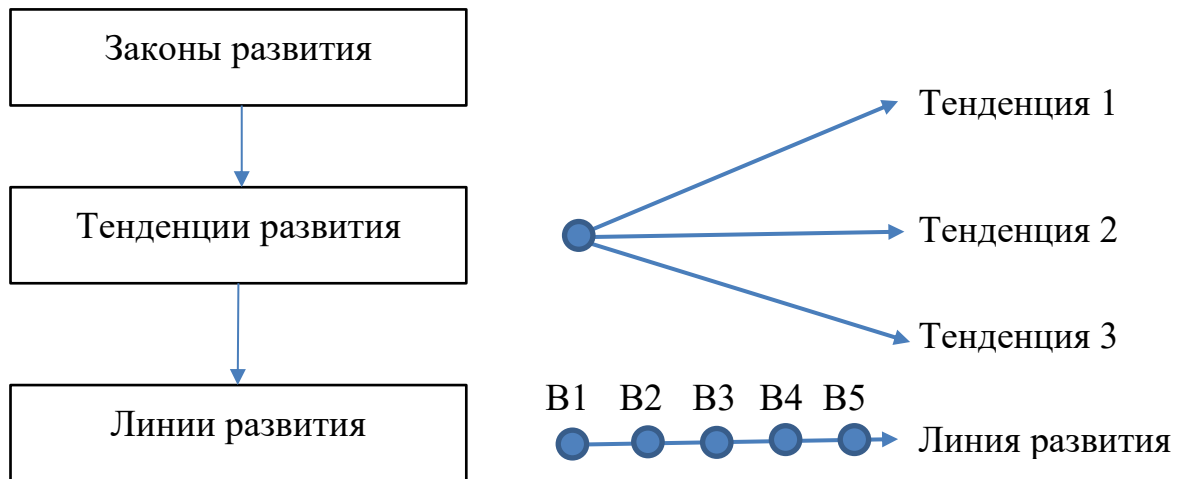


Рис. 3.8 – Взаимосвязь тенденций и линий развития

Использование системного оператора в процессе совершенствования технологий

Вследствие того, что любая система состоит из подсистем, а также сама является подсистемой системы более высокого порядка, то любой уровень предложенной модели целесообразно рассматривать с позиции использования системного оператора, предложенного Г.С. Альтшуллером [122] (рисунок 3.9).

Механизмы отслеживания появления новых технологий

Очень важную роль в технологическом развитии играют механизмы отслеживания новых технологий (таблица 3.4).

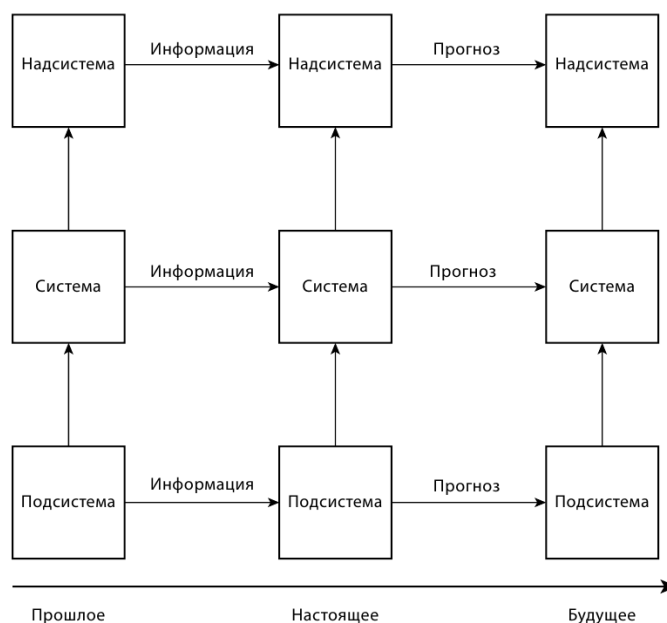


Рис. 3.9 – Системный оператор (девятиэкранная схема)

Таблица 3.4 – Механизмы отслеживания появления новых технологий [462]

Группа	Механизм
Общие направления	- Наличие сотрудника, ответственного за ключевые технологии/программу исследований. - Наличие координационной группы, ответственной за технологии на предприятии. - Участие в профессиональных промышленных ассоциациях. - Исследование потребительских панелей или данных. - Участие в отраслевых консорциумах. - Сотрудничество с органами стандартизации. - Взаимодействие с университетами/партнерские программы. - Участие в программах исследований и разработок. - Участие в ассоциациях исследовательских университетов. - Наличие специализированного отделения, ответственного за отслеживание технологий. - Наличие внешнего консультативного совета по вопросам науки и техники. - Участие в венчурном фонде.
Отслеживание в других странах	- Собственные лаборатории в других странах. - Взаимодействие с собственными зарубежными подразделениями. - Официальные группы из экспертов со стороны. - Информационные бюллетени, доклады. - Интернет, анализ базы данных в режиме онлайн. - Консультанты из других стран. - Участие в международных консорциумах. - Участие в международных органах стандартизации. - Участие в программах исследований и разработок. - Спонсирование исследований в зарубежных университетах. - Взаимодействие/партнерские программы с зарубежными университетами. - Посещение специализированных зарубежных конференций.

Группа	Механизм
Приобретение технологий	- Центральные исследования корпорации. - Отделы исследований и разработок в подразделениях. - Приобретение лицензий. - Совместные предприятия или другие альянсы с крупными компаниями. - Консорциумы. - Спонсирование исследовательской деятельности в университетах. - Взаимодействие с университетами/партнерские программы. - Дальнейшее образование. - Наем студентов. - Покупка акций менее крупных компаний. - Консультирование/договорные отношения в сфере исследований и разработок. - Приобретение технологий. - Приобретение продукции. - Приобретение компаний. - Внедрение технологий поставщика. - Внедрение инновационных потребительских технологий.

Чаще всего в разных регионах мира отдают предпочтение тем или иным механизмам отслеживания новых технологий. Так, североамериканские компании предпочитают посещать зарубежные конференции, спонсировать разработки в иностранных университетах и исследовательских центрах, в то время как японские компании склонны к взаимодействию с собственными исследовательскими подразделениями в других странах [462].

3.4 Модели и методы повышения эффективности работы оборудования

Одной из важнейших проблем управления промышленными предприятиями является замена и ремонт оборудования [37]. Это обусловлено тем, что как капитальный, так и текущий ремонт оборудования, а также его замена, связаны со значительными финансовыми, материальными и трудовыми затратами. Выбор нерациональной, экономически необоснованной стратегии замены оборудования может привести к излишним затратам и, в конце концов, к снижению конкурентоспособности предприятия [42]. Кроме того, простой оборудования существенным образом

вливают на размеры недополученной прибыли. Чрезмерное развитие на промышленных предприятиях различного рода подразделений, выполняющих работы по оценке состояния, профилактике и ремонту оборудования, зачастую сопряжено с большими расходами на содержание этих подразделений, а попытки использовать в производствах морально и физически устаревшего оборудования, естественным образом затягивают переход предприятия на технологии более современных технологических укладов. Это может приводить к тому, что предприятия резко отстают от своих конкурентов (особенно зарубежных) в производстве продукции, отвечающих требованиям и потребностям современного рынка.

Как известно, основой любого промышленного предприятия, является его производственная база, состоящая из машин и оборудования, используемых для выпуска продукции. Проблема своевременной замены и модернизации для таких предприятий является стратегически важной.

Все оборудование можно разделить на два типа, относительно возможности и целесообразности его замены:

1) оборудование, которое физически устаревает в процессе эксплуатации и его производительность уменьшается в результате износа, либо оно устаревает морально в связи с появлением новой, более производительной техники и технологий, обеспечивающих более высокое качество выпускаемой продукции. Ключевой особенностью этого типа оборудования является снижение производительности, например, из-за увеличения времени ремонта, количества отказов и т.п. Следствием этого является недополучение компанией прибыли. Критерием принятия решения о замене этого типа оборудования может являться превышение экономического эффекта от вновь приобретенного оборудования по сравнению с его стоимостью за весь срок эксплуатации;

2) оборудование, имеющее неопределенный (случайный) срок службы (например, нагреватели, лампы и т.п.). Критерием принятия решения о замене этого типа оборудования может являться минимизация общих расходов. Так, если мы заменяем оборудование только после его поломки, расходы, связанные с простоями, увеличиваются, но, в то же время, затраты на модернизацию сводятся к минимуму.

Замена оборудования до его поломки ведет к повышенным расходам, но снижается стоимость ремонтных работ, вызванных отказом оборудования.

При решении задачи замены оборудования по первому типу (со снижающейся производительностью) можно использовать детерминированные модели. Основой же принятия решения о замене второго типа оборудования (со случайным сроком эксплуатации) должен служить закон распределения вероятностей отказа оборудования в зависимости от срока его обслуживания. Для данного класса задач необходимо задействовать методы математической статистики.

Модели и методы решения задач замены оборудования рассматривались в ряде публикаций [186, 293, 380, 487]. Приведем обобщающий алгоритм решения задачи замены оборудования.

Детерминированные модели замены оборудования

Простая модель

Пусть s_n расходы n -ого периода на приобретение и эксплуатацию оборудования. При этом примем, что эксплуатационные расходы меняются по мере увеличения срока службы. Для определения периода n , после которого будет проводиться замена оборудования, воспользуемся следующими критериями:

1) если расходы периода n меньше среднего расхода предыдущих периодов, то нет необходимости заменять оборудование;

2) если расходы периода $(n+1)$ больше среднего расхода предыдущих периодов, то необходимо произвести замену оборудования.

То есть, для замены оборудования, должны выполняться следующие неравенства:

$$s_n < (s_1 + s_2 + \dots + s_{n-1}) / (n - 1), \quad (3.13)$$

$$s_{n+1} > (s_1 + s_2 + \dots + s_n) / n. \quad (3.14)$$

Пример 1. В таблице 3.5 показан пример затрат, связанных с покупкой и заменой оборудования.

В строке 3 вычисляются средние затраты по формуле (3.13). Проводя сравнение затрат со средними затратами, приходим к решению о необходимости замены оборудования в третьем периоде. (Ячейки для сравнения в таблице отмечены стрелками).

$$s_3 = 30 < (s_1 + s_2) / 2 = 40, s_4 = 40 > (s_1 + s_2 + s_3) / 3 = 36,7. \quad (3.15)$$

Таблица 3.5 – Пример затрат, связанных с заменой и приобретением оборудования

Период, n	1	2	3	4	5	6
Затраты, s_n	60	20	30	40	50	60
Средние затраты	60	40	36,7*	37,5	40	43,3

Известно, что стоимость денег меняется со временем из-за возможности инвестирования и получения дохода. Поэтому необходимо проводить расчеты с учетом коэффициента дисконтирования. Пусть i – процент по вкладам в каждом периоде, тогда коэффициент дисконтирования можно вычислить по формуле – $r = 1 / (1 + i / 100)$. Неравенства (1)–(2) примут следующий вид:

$$s_n < (s_1 + s_2 r + \dots + s_{n-1} r^{n-2}) / (1 + r + \dots + r^{n-2}), \quad (3.16)$$

$$s_{n+1} > (s_1 + s_2 r + \dots + s_n r^{n-1}) / (1 + r + \dots + r^{n-1}). \quad (3.17)$$

Пример 2. Пусть затраты по приобретению и замене оборудования аналогичны предыдущему примеру, а процент по вкладам составляет $i=5\%$, что соответствует коэффициенту дисконтирования $r=0,952$. Расчет средневзвешенных затрат представлен в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Дисконтированные затраты, связанные с заменой и приобретением оборудования

Период, n	1	2	3	4	5	6
Затраты, s_n	60	20	30	40	50	60
Средневзвешенные затраты	60	40,5	38,3*	37,9	39,3	40,8

Решение в этом случае также заключается в замене оборудования в третьем периоде, т.к. отношения (4)–(5) выполняются при $n=3$. Оба примера предполагали,

что эксплуатационные расходы на оборудование увеличиваются с течением времени.

Сетевая модель

Получим решение задачи о замене оборудования при помощи сетевого моделирования. Предположим, что нам нужно разработать план аренды оборудования на n лет. Будем рассматривать событие i как начало года i ($i \leq n$). Пусть затраты s_{ij} включают арендную плату и расходы на техническое обслуживание оборудования, которое было взято в аренду с начала i -ого года и заменено в начале j -ого года.

Составим план аренды таким образом, чтобы минимизировать общие расходы. На языке сетевого моделирования это соответствует поиску кратчайшего пути в сети от события 1 до события $n+1$.

Пример 3. Примем, что расходы на обслуживание и ремонт оборудования в течение 1, 2, 3, 4 и 5 лет составляют соответственно 2, 4, 7, 11 и 16. Арендная плата при этом составляет соответственно 6, 10, 14, 17 и 20 (таблица 3.7). При этом каждый год арендные платежи увеличиваются на 1, т.е. если оборудование взято в аренду, например, в начале третьего года на 1, 2 или 3 года, то плата за аренду составит 8, 12, 17 соответственно.

Таблица 3.7 – Суммарные затраты на обслуживание и аренду оборудования

Период (i), год	1	2	3	4	5
Обслуживание и ремонт	2	4	7	11	16
Аренда	6	10	14	17	20

Рассчитанные коэффициенты s_{ij} сведем в таблицу 3.8.

Таблица 3.8 – Значение коэффициентов s_{ij}

s_{ij}	2	3	4	5	6
1	2+6=8	4+10=14	7+14=21	11+17=28	16+20=36
2		2+7=9	4+11=15	7+15=22	11+18=29
3			2+8=10	4+12=16	7+16=23
4				2+9=11	4+13=17
5					2+10=12

Чтобы обозначить окончание 5-го года аренды, введем событие 6 как конец года 5. Воспользуемся алгоритмом нахождения кратчайшего пути в сети [442] для нахождения минимальной величины затрат на оборудование.

Пусть y_i – минимальная величина расходов, которая достигается при переходе от события i к конечному событию $n+1$, тогда:

$$y_6 = 0,$$

$$y_5 = \min\{s_{56} + y_6\} = \{\underline{12} + 0\} = 12,$$

$$y_4 = \min\{s_{45} + y_5, s_{46} + y_6\} = \min\{11 + 12, \underline{17} + 0\} = 17,$$

$$y_3 = \min\{s_{34} + y_4, s_{35} + y_5, s_{36} + y_6\} = \min\{10 + 17, 16 + 12, \underline{23} + 0\} = 23,$$

$$y_2 = \min\{s_{23} + y_3, s_{24} + y_4, s_{25} + y_5, s_{26} + y_6\} = \min\{9 + 23, 15 + 17, 22 + 12, \underline{29} + 0\} = 29,$$

$$y_1 = \min\{s_{12} + y_2, s_{13} + y_3, s_{14} + y_4, s_{15} + y_5, s_{16} + y_6\} = \\ = \min\{\underline{8} + 29, \underline{14} + 23, 21 + 17, 28 + 12, 36 + 0\} = 37.$$

На рисунке 3.10 показана траектория, приводящая к минимальным затратам. Отдельные траектории не показаны (обрываются), так как они приводят к затратам большим, чем затраты по оптимальной траектории.

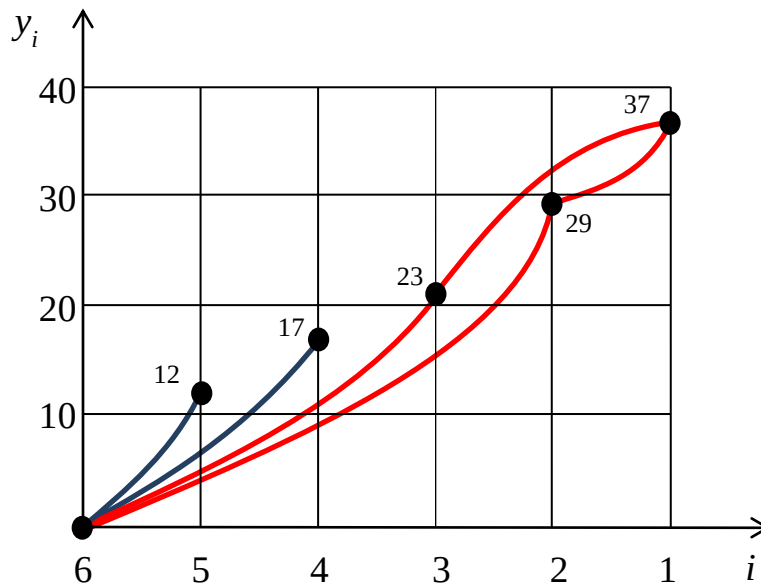


Рис. 3.10 – Нахождение кратчайшего пути в сети

Окончательно можно отметить две траектории (1–2–6) и (1–3–6), приводящие к оптимальной стратегии аренды:

1) подписать договор на 1 год, после истечения которого, заключить договор на все оставшиеся 4 года в начале второго года;

2) подписать договор аренды длительностью 2 года, после истечения которых, заключить договор на оставшиеся 3 года в начале третьего года.

В обоих вариантах расходы будут минимальными и составят 37.

Пример 4. Разработаем план замены станка на семь лет (далее станок не понадобится). Известны следующие данные:

- а) p_t – стоимость нового станка в год t ,
- б) v_k – остаточная стоимость станка после k лет эксплуатации,
- в) r_k – затраты на эксплуатацию станка в k -ом году его эксплуатации.

Определим в качестве события начало каждого года. Под дугой (i, j) будем понимать решение заменить станок в начале года j , купленный в начале года i , тогда он будет эксплуатироваться $(j-i)$ лет и затраты, связанные с этим решением, можно вычислить по формуле:

$$s_{ij} = p_j - v_{j-i} + (r_1 + r_2 + \dots + r_{j-i}). \quad (3.18)$$

Пусть исходные данные представлены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Исходные данные для формирования плана замены

	1	2	3	4	5	6	7
p_t	80	85	90	95	100	105	110
r_k	20	30	40	50	60	70	80
v_k	50	25	12	6	3	2	1

Произведем расчет s_{ij} по формуле (3.18). Результаты занесем в таблицу 3.10.

Для примера, покажем расчет величины затрат (отмечено *) для замены станка, купленного в начале второй года и заменяемого в начале шестого года:

$$s_{26} = p_6 - v_4 + (r_1 + r_2 + r_3 + r_4) = 105 - 6 + (20 + 30 + 40 + 50) = 239.$$

Для замены такого станка, потребуется приобрести новый станок по стоимости шестого года $p_6=105$, старый же станок можно реализовать, как станок проработавший 4 года $v_4=6$, общие эксплуатационные затраты за 4 года составят $r_1+r_2+r_3+r_4=140$.

Таблица 3.10 – Значение коэффициентов s_{ij}

s_{ij}	2	3	4	5	6	7	8
1	55	115	173	234	302	378	349
2		60	120	178	239*	307	268
3			65	125	183	244	197
4				70	130	188	134
5					75	135	78
6						80	25
7							–30

Проводя расчеты (см. столбец 8 таблицы 3.10), мы исходим из допущения, что новый станок больше не потребуется, поэтому в начале 8-го года затрат на приобретение станка нет.

Для нахождения оптимального плана замены, используем метод поиска кратчайшего пути:

$$y_8 = 0,$$

$$y_7 = \min \{s_{78} + y_8\} = (-30 + 0) = -30,$$

$$y_6 = \min \{s_{67} + y_7, s_{68} + y_8\} = \min \{80 - 20, \underline{25 + 0}\} = 25,$$

$$y_5 = \min \{s_{56} + y_6, s_{57} + y_7, s_{58} + y_8\} = \min \{75 + 25, 135 - 30, \underline{78 + 0}\} = 78,$$

$$y_4 = \min \{s_{45} + y_5, s_{46} + y_6, s_{47} + y_7, s_{48} + y_8\} = \\ = \min \{70 + 78, 130 + 25, 188 - 30, \underline{134 + 0}\} = 134,$$

$$y_3 = \min \{s_{34} + y_4, s_{35} + y_5, s_{36} + y_6, s_{37} + y_7, s_{38} + y_8\} = \\ = \min \{65 + 134, 125 + 78, 183 + 25, 244 - 30, \underline{197 + 0}\} = 197,$$

$$y_2 = \min \{s_{23} + y_3, s_{24} + y_4, s_{25} + y_5, s_{26} + y_6, s_{27} + y_7, s_{28} + y_8\} = \\ = \min \{60 + 197, \underline{120 + 134}, 178 + 78, 239 + 25, 307 - 30, 268 + 0\} = 254,$$

$$y_1 = \min \{s_{12} + y_2, s_{13} + y_3, s_{14} + y_4, s_{15} + y_5, s_{16} + y_6, s_{17} + y_7, s_{18} + y_8\} = \\ = \min \{55 + 254, 115 + 197, 173 + 134, 234 + 78, 302 + 25, 378 - 30, 349 + 0\} = 312.$$

Как видно из рисунка 3.11, путь с минимальными затратами – это (1–5–8), который соответствует стратегии: станок, купленный в начале 1 года, должен быть

заменен в начале 5 года, после чего он должен эксплуатироваться до конца, при этом затраты предприятия будут минимальны и равны 312 (без учета стоимости приобретения в 1 год).

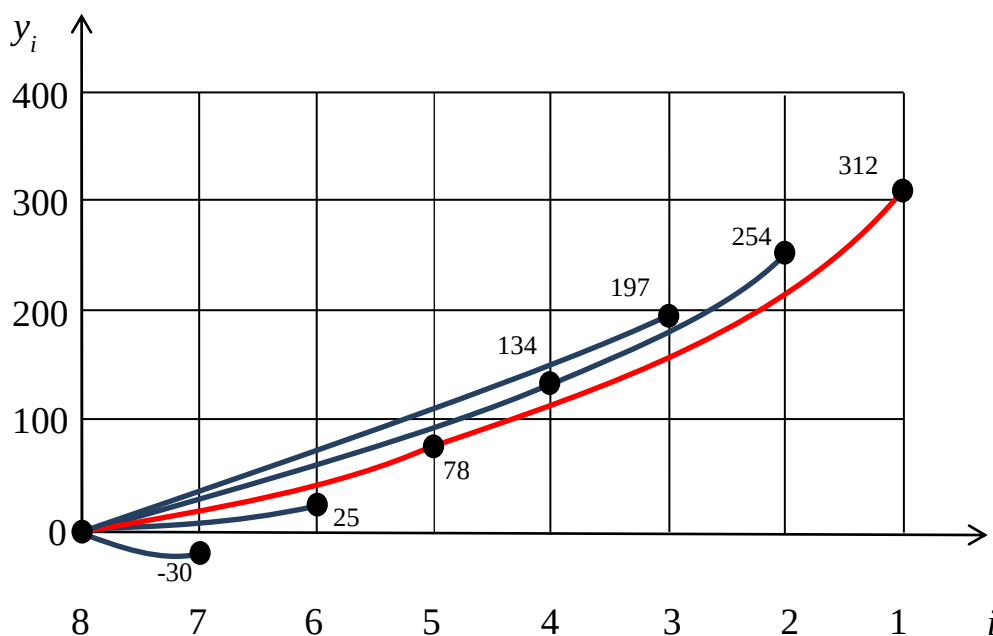


Рис. 3.11 – Нахождение кратчайшего пути в сети

Алгоритм динамического программирования

Используем алгоритмы динамического программирования для решения задачи замены оборудования [11, 14, 26].

Примем s_{ij} как сумму стоимости и эксплуатационных расходов, включающих ремонт и затраты на обслуживание оборудования, приобретенного в начале i -го года, за вычетом остаточной стоимости этого оборудования в начале j -го года.

Пусть y_i – затраты на оборудование, купленного в начале i -го года, реализуемые при выборе стратегии, обеспечивающей их минимум в интервале $i, i+1, \dots, n$.

Для определения оптимальной стратегии необходимо произвести расчет y_1 с учетом следующего рекуррентного соотношения:

$$y_{n+1} = 0, \quad (3.19)$$

$$y_i = \min_{j>i} \{s_{ij} + y_j\}, \quad i = n, n-1, \dots, 1.$$

Алгоритм аналогичен поиску оптимальной стратегии по методу нахождения кратчайшего пути.

Пусть расходы s_{ij} включают две составляющие:

c_{im} – затраты на замену оборудования возраста m в интервале i за минусом остаточной стоимости;

r_{im} – эксплуатационные расходы на оборудование возраста m в интервале i .

Пусть $y_i(m)$ стратегия, которая минимизирует затраты в интервале $i, i+1, \dots, n$. Возраст оборудования на начало i -го года составляет m лет.

Тогда при сохранении оборудования в интервале i суммарные затраты составят:

$$y_i(m) = r_{im+1} + y_{i+1}(m+1),$$

а в случае замены:

$$y_i(m) = c_{im} + r_{i1} + y_{i+1}(1).$$

Оптимальным решением будет являться выбор стратегии, приводящей к минимуму затрат:

$$y_i(m) = \min \{ r_{im+1} + y_{i+1}(m+1), c_{im} + r_{i1} + y_{i+1}(1) \}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (3.20)$$

где $y_{n+1}(m) = 0$ для всех m .

Пусть M – возможный срок эксплуатации оборудования. Для нахождения оптимального решения вычисляется $y_1(m_0)$, где m_0 – возраст оборудования на начало периода. Если в начале периода некоторое оборудование отсутствует, то решение о замене при $i=1$, есть его приобретение.

Пример 5. Разработаем план замены оборудования, эксплуатируемого в течение 5 лет, которое было приобретено в начале 1-го года. Ожидаемые эксплуатационные расходы (r_{im}) представлены в таблице 3.11, а затраты на замену оборудования (c_{im}) – в таблице 3.12.

Пустые ячейки в таблицах означают, что в начале планируемого периода нет оборудования, поэтому нет расходов, например, на третий год не существует 4-летнего оборудования, и нет 5-летнего оборудования в любом год, из-за которого столбец 5 отсутствует в табл. 3.12.

Таблица 3.11 – Значение r_{im}

r_{im}	1	2	3	4	5
1	20				
2	18	36			
3	16	32	68		
4	14	28	52	120	
5	10	20	40	85	200

Таблица 3.12 – Значение c_{im}

c_{im}	1	2	3	4
1	100			
2	55			
3	60	80		
4	65	85	105	
5	70	90	110	115

Воспользуемся рекуррентным соотношением (3.20):

$y_6(m)=0$ для всех m .

$i=5$ (в начале 5-го года возраст оборудования не более, чем 4 года):

$$y_5(4) = \min\{r_{55} + y_6(5), c_{54} + r_{51} + y_6(1)\} = \min\{200 + 0, 115 + 10 + 0\} = 125,$$

$$y_5(3) = \min\{r_{54} + y_6(4), c_{53} + r_{51} + y_6(1)\} = \min\{85 + 0, 110 + 10 + 0\} = 85,$$

$$y_5(2) = \min\{r_{53} + y_6(3), c_{52} + r_{51} + y_6(1)\} = \min\{40 + 0, 90 + 10 + 0\} = 40,$$

$$y_5(1) = \min\{r_{52} + y_6(2), c_{51} + r_{51} + y_6(1)\} = \min\{20 + 0, 70 + 10 + 0\} = 20.$$

$i=4$ (в начале 4-го года возраст оборудования не более, чем 3 года):

$$y_4(3) = \min\{r_{44} + y_5(4), c_{43} + r_{41} + y_5(1)\} = \min\{120 + 125, 105 + 14 + 20\} = 139,$$

$$y_4(2) = \min\{r_{43} + y_5(3), c_{42} + r_{41} + y_5(1)\} = \min\{52 + 85, 85 + 14 + 20\} = 119,$$

$$y_4(1) = \min\{r_{42} + y_5(2), c_{41} + r_{41} + y_5(1)\} = \min\{28 + 40, 65 + 14 + 20\} = 68.$$

$i=3$ (в начале 3-го года возраст оборудования не более, чем 2 года):

$$y_3(2) = \min\{r_{33} + y_4(3), c_{32} + r_{31} + y_4(1)\} = \min\{68 + 139, 80 + 16 + 68\} = 164,$$

$$y_3(1) = \min \{r_{32} + y_4(2), c_{31} + r_{31} + y_4(1)\} = \min \{32 + 119, 60 + 16 + 68\} = 144.$$

$i=2$ (в начале 2-го года возраст оборудования не более, чем 1 год):

$$y_2(1) = \min \{r_{22} + y_3(2), c_{21} + r_{21} + y_3(1)\} = \min \{36 + 164, 55 + 18 + 144\} = 200.$$

Учтем, что в 1-ый год мы приобретаем новое оборудование, тогда:

$$y_1(0) = c_{11} + r_{11} + y_2(1) = 100 + 20 + 200 = 320.$$

Оптимальной в нашем примере будет следующая стратегия: заменить оборудование, приобретенное в начале 1-го года, после чего использовать его весь оставшийся срок.

Стохастические модели замены оборудования

Стохастическая модель с ограниченным плановым периодом

Выше мы рассмотрели некоторые детерминированные модели замены оборудования, где индекс m отражает длительность нормальной работы оборудования. Далее мы рассмотрим стохастические модели, которые учитывают возможность поломки оборудования до плановой его замены (тогда оборудование будет заменено в периоде, следующем за периодом, в котором произошла поломка).

Пусть p_j – вероятность поломки оборудования в момент времени j ($j < m$); r_j – нормальные эксплуатационные затраты (без поломок оборудования) в течение j -го интервала времени; g_j – дополнительные затраты, связанные с поломкой оборудования в течение j -го интервала времени.

Сделаем следующее допущение, что оборудование, вышедшее из строя, полностью обесценивается.

Оптимальная стратегия будет заключаться в минимизации математического ожидания расходов:

$$y_i = \min_{m=1, \dots, M} \left\{ \sum_{j=1}^{m-1} y_{i+j} p_j + y_{i+m} \left(1 - \sum_{j=1}^{m-1} p_j\right) + R_m \right\}, \quad i = 1, \dots, n, \quad y_{n+1} = 0, \quad (3.21)$$

где $\sum_{j=1}^{m-1} y_{i+j} p_j$ – математическое ожидание затрат, связанных с преждевременной за-

меной оборудования, $y_{i+m} \left(1 - \sum_{j=1}^{m-1} p_j\right)$ – произведение минимальных затрат с периода

$i+m$ и вероятности нормальной работы оборудования до этого периода, R_m – эксплуатационные затраты.

$$R_m = r_1 + r_2(1 - p_1) + r_3(1 - p_1 - p_2) + \dots + r_m(1 - \sum_{j=1}^{m-1} p_j) + \sum_{j=1}^{m-1} g_j p_j. \quad (3.22)$$

Эксплуатационные затраты складываются из затрат за 1-ый год эксплуатации (r_1), плюс затрат за 2-ой год эксплуатации, умноженные на вероятность того, что оборудование не вышло из строя в 1-ый год – $r_2(1 - p_1)$. Далее расходы 3-го года, умноженные на вероятность того, что оборудование не выйдет из строя за первые два года эксплуатации – $r_3(1 - p_1 - p_2)$ и т.д.

Стохастическая модель с неограниченным плановым периодом

Примем, что замена оборудования выполняется каждый раз через m -ый интервал времени. Тогда формула для определения оптимальной стратегии будет выглядеть следующим образом:

$$y = \min_{m=1,2,\dots,M} \{R_m / E_m\}, \quad (3.23)$$

где E_m – есть математическое ожидание сроков замены оборудования.

$$E_m = \sum_{j=1}^{m-1} j p_j + m(1 - \sum_{j=1}^{m-1} p_j). \quad (3.24)$$

Выражение в фигурных скобках в (3.23) определяет ожидаемые расходы за один интервал планового периода, что совпадает с методикой определения оптимальной стратегии, рассмотренной нами в примере 1.

Пример 6. Пусть имеются данные за первые пять лет эксплуатации оборудования с неограниченным сроком, таблица 3.13.

Величины эксплуатационных расходов (R_m) в колонке 5 вычисляется по формуле (3.22):

$$R_1 = r_1 = 100,$$

$$R_2 = r_1 + r_2(1 - p_1) + g_1 p_1 = 100 + 12 * \frac{3}{4} + 20 * \frac{1}{4} = 114,$$

$$R_3 = r_1 + r_2(1 - p_1) + r_3(1 - p_1 - p_2) + g_1 p_1 + g_2 p_2 = 114 + 20 * \frac{3}{4} = 129,$$

$$R_4 = 129 + 20 * \frac{1}{2} + 180 * \frac{1}{4} = 184,$$

$$R_5 = 184 + 56 * \frac{1}{2} = 212.$$

Таблица 3.13 – Исходные данные за первые 5 лет неограниченного планируемого периода

m 1	p_m 2	r_m 3	g_m 4	R_m 5	E_m 6	R_m/E_m 7
1	1/4	100	20	100	1	100
2	0	7	60	114	1,75	65,14
3	1/4	20	180	129	2,5	51,6
4	0	20	200	184	3	61,33
5	1/2	56	200	212	3,5	60,57

Математическое ожидание сроков замены оборудования (E_m) в колонке 6 вычисляются по формуле (3.24):

$$E_1 = 1,$$

$$E_2 = 1 * p_1 + 2(1 - p_1) = \frac{1}{4} + 2 * \frac{3}{4} = 1.75,$$

$$E_3 = 1 * p_1 + 2 * p_2 + 3(1 - p_1 - p_2) = \frac{1}{4} + 2 * 0 + 3 * \frac{3}{4} = 2.5,$$

$$E_4 = 1 * p_1 + 2 * p_2 + 3 * p_3 + 4(1 - p_1 - p_3) = \frac{1}{4} + \frac{3}{4} + 4 * \frac{1}{2} = 3,$$

$$E_5 = 1 * p_1 + 2 * p_2 + 3 * p_3 + 4 * p_4 + 5 * \frac{1}{2} = \frac{1}{4} + \frac{3}{4} + 5 * \frac{1}{2} = 3.5.$$

В колонке 7 проведен расчет отношения (R_m/E_m), который показывает, что минимальное отношение достигается при $m=3$.

Стохастические модели с учетом дисконтирования

Стохастические модели могут быть улучшены за счет учета стоимости денег во времени, используя коэффициент дисконтирования. Пусть i – процентная ставка в каждом периоде, тогда коэффициент дисконтирования составит $d=1/(1+i/100)$. Формулы (3.21)–(3.22) преобразуются к виду:

$$y_i = \min_{m=1, \dots, M} \left\{ \sum_{j=1}^{m-1} d^j y_{i+j} p_j + d^m y_{i+m} (1 - \sum_{j=1}^{m-1} p_j) + R_m \right\}, \quad i=1, \dots, n, \quad y_{n+1} = 0, \quad (3.25)$$

$$R_m = r_1 + d^1 r_2 (1 - p_1) + d^2 r_3 (1 - p_1 - p_2) + \dots + d^{m-1} r_m (1 - \sum_{j=1}^{m-1} p_j) + \sum_{j=1}^{m-1} d^{j-1} g_j p_j. \quad (3.26)$$

Рассмотренные математические модели замены и износа оборудования при детерминированной и стохастической информации для конечного и неограниченного периода могут быть использованы для повышения эффективности использования оборудования промышленных предприятий и корпораций. Следует отметить, что в примерах в качестве дискрета времени использован год, хотя приведенные алгоритмы могут применяться как для квартального, так и для месячного планирования. Разумеется, при этом существенно увеличится размерность задачи, но при сегодняшних технических возможностях реализация данных алгоритмов с использованием ЭВМ не составит большой проблемы [310].

Выводы по главе 3

1. Реализация адаптивно-технологического подхода к управлению промышленными предприятиями и корпорациями, как совокупности технологий, потребовало разработки конкретных моделей и методов управления. Для этого в главе 3 была предложена иерархическая модель связанных показателей для принятия управленческих решений, состоящая из пяти уровней: стратегический, тактический, оперативный, операционный и физический.

2. Благодаря построению иерархической модели предприятия стало возможным точно формализовать задачи управления на каждом управленческом уровне.

3. Модели и методы стратегического уровня управления промышленным предприятием базируются на управлении, ориентированном на повышение стоимости предприятия, а именно на методе капитализации доходов, позволившем подходить с единой точки зрения как к управлению предприятием в целом, так и к управлению отдельными технологиями и проектами по улучшению технологий с позиции создания стоимости.

4. Модели и методы тактического управления решают задачу оптимального формирования портфеля технологий промышленного предприятия, а также формирования портфеля НИОКР по разработке новых и совершенствованию имеющихся на предприятии технологий.

5. Модели и методы оперативного управления связаны с совершенствованием имеющихся технологий. В рамках анализа методов и моделей управления на этом уровне был предложен общий алгоритм улучшения технологий, базирующийся на учете закономерностей развития технологий.

6. Модели оперативного управления решают задачу эффективного использования оборудования в рамках имеющихся технологий. Были показаны возможности определения времени своевременной замены или модернизации оборудования в рамках детерминированных и стохастических моделей.

7. Модели и методы управления на физическом уровне в настоящей главе не рассматривались, так как они определяются теми специфическими физико-химическими процессами, которые протекают в конкретных операциях. Пример моделей и методов данного уровня рассмотрен в главе 5, при анализе возможности автоматизации процессов, связанных с производством стали.

ГЛАВА 4. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ВНЕДРЕНИЮ АДАПТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Методология – это учение об организации деятельности [357]. Тогда методология управления является учением об организации управленческой деятельности (то есть деятельности субъектов, осуществляющих управление другими субъектами или объектами). Предметом управленческой деятельности является деятельность управляемой системы [358].

4.1 Организация деятельности по совершенствованию технологий

Офис управления проектами как координационный центр проектной деятельности на предприятии

Одним из ключевых звеньев проектного управления выступает офис управления проектами. Различают различные подходы и методы к организации проектного офиса. Так, Дж. Кендалл и С. Роллинз [264] предложили модели «офиса-репозитория», «офиса-наставника», «офиса-предприятия» и «офиса, нацеленного на немедленный результат». В серии статей М. Козодаева, посвященных практике создания проектных офисов [274, 275], показана трансформация проектных офисов от офиса управления одним проектом, далее к офису управления проектом отдельного подразделения и, наконец, к офису управления проектами всего предприятия. М. Тире и А. Мэтью определили их как – «проектный офис», «тактический офис управления проектами» и «стратегический офис управления проектами» соответственно [98].

Для реализации деятельности по управлению проектами, направленными на совершенствование всех технологий предприятия, целесообразно организовать единый офис управления проектами, обеспечивающий централизацию и координацию деятельности по всем проектам, реализуемым на предприятии [84]. Также офис управления проектами должен стать центром аккумуляции и распространения знаний о методах и приемам совершенствования технологий.

Успешный офис управления проектами должен соответствовать следующим требованиям [264]:

- количество реализуемых проектов должно соответствовать имеющимся на предприятии ресурсам;
- реализуемые проекты должны быть согласованы со стратегическими целями;
- офис управления проектами в своей деятельности должен использовать эффективные методы;
- оценка деятельности офиса управления проектами должна производиться по реальной эффективности ранее реализованных проектов.

К основным задачам офиса управления проектами должны относиться:

- отслеживание хода выполнения проектов;
- распределение ресурсов предприятия между проектами;
- методологическое и информационное обеспечение команд проекта;
- формирование портфеля проектов с учетом как добавления новых, так и прекращения неэффективных проектов;
- оценка эффективности мероприятий по совершенствованию деятельности;
- обучение сотрудников методам управления проектами и методам совершенствования технологий;
- подготовка отчетов о деятельности офиса управления проектами;
- хранение и передача знаний и т.д.

Деятельность офиса управления проектами «накладывается» поверх существующей организационной структуры и затрагивает деятельность всех подразделений, за счет реализации проектов по совершенствованию производственной деятельности.

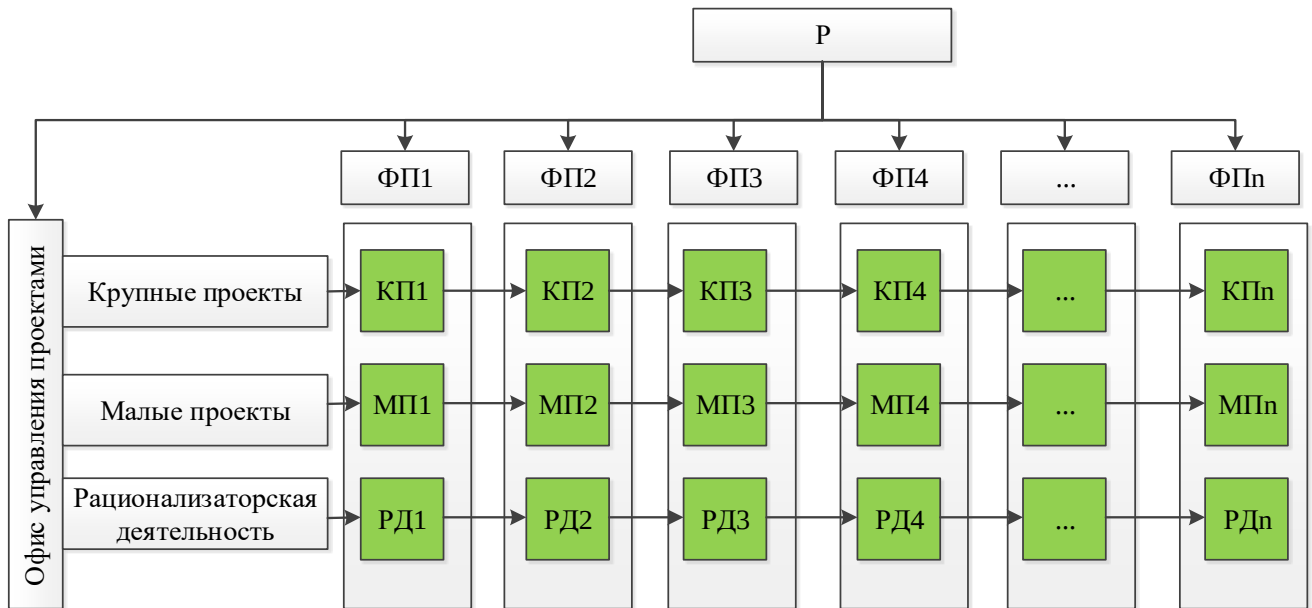


Рис. 4.1 – Деятельность офиса управления проектами
Р – руководитель предприятия, ФП – функциональное подразделение

Методы гибкого управления проектами

Методы управления продуктом

Управление продуктом заключается в формировании беклога продукта [388]. Чаще всего гибкие методологии используются в проектах, связанных с созданием нового продукта и для формирования беклога прибегают к приему – «Анализ персон», т.е. представляют потребителей разрабатываемого продукта и то, какой функционал им необходим. Весь функционал фиксируется в *пользовательских историях*, представляющих собой карточки, которые содержат идентификационные номера, описание необходимого функционала продукта (историю пользователя), оценку важности, трудозатраты и т.п.

Стоит отметить, что размер беклога, с одной стороны, должен быть большим, чтобы осуществлять долгосрочное планирование, а, с другой стороны, малым для того чтобы было удобно планировать ближайшие спринты. Данное противоречие разрешается за счет разной степени детализации описания функционала будущего продукта. Для требований, имеющих высокую важность, т.к. реализация их начнется в ближайших спринтах, делается подробное описание, что позволяет легко планировать их реализацию, в то время как требования, срок реализации которых достаточно далеко, описываются более поверхностно (рисунок 4.2).

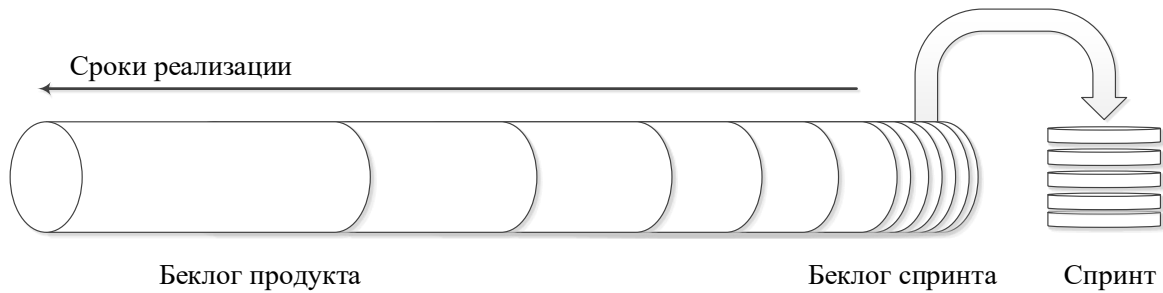


Рис. 4.2 – Детализация в описании требований

Для ранжирования требований по степени важности, могут быть использованы экспертные методы принятия решений.

Методы управления командой

Одной из важнейших характеристик истории пользователя, необходимой для планирования спринта, является оценка трудозатрат на ее выполнение. В практику Scrum вводят условную единицу оценки трудозатрат – сторипоинты (баллы истории). За один спринт может быть выполнено определенное количество сторипоинтов и, тем самым, накладываются ограничения на количество задач, выполняемых в рамках одного спринта. Сторипоинты можно заменить на любые другие показатели, характеризующие трудозатраты, например, часы, человека-часы и т.п. (рисунок 4.3).

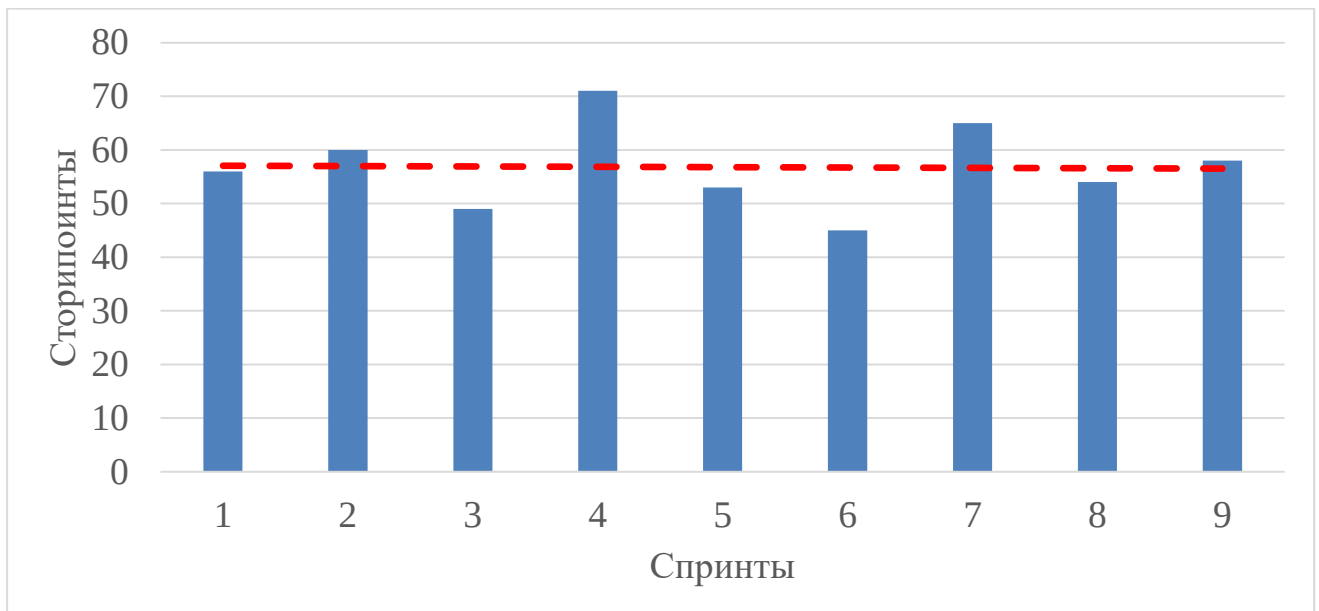


Рис. 4.3 – Детализация в описании требований (пунктиром показано среднее значение)

Таким образом, каждый спринт формируется исходя из производительности команды. При этом одной из важнейших задач, в рамках управления проектами по методологии Scrum, является повышение точности прогнозирования производительности. Для этого после каждого спринта необходимо делать ее оценку и вносить корректировки (при необходимости) для более точного планирования работы (рисунок 4.4).

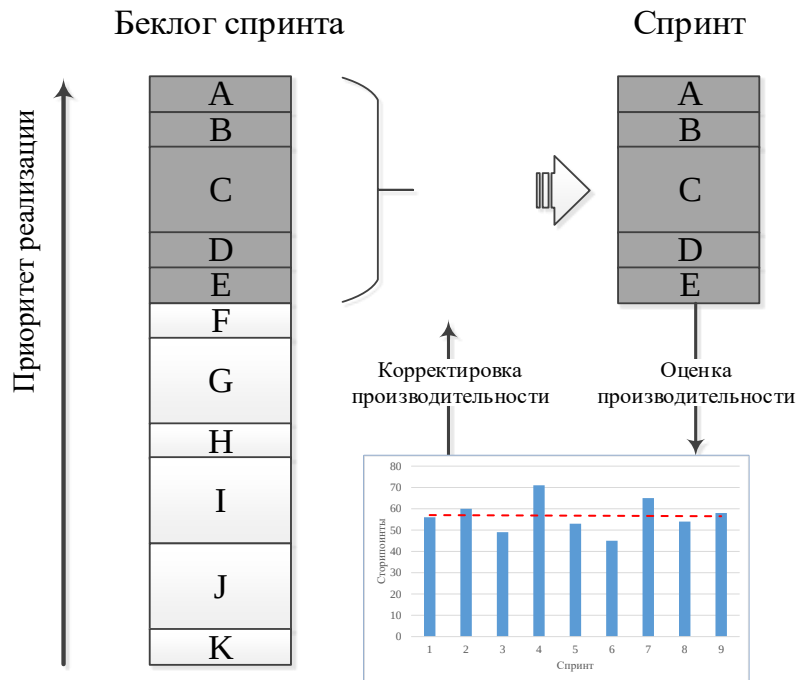


Рис. 4.4 – Формирование спринта на основе беклога спринта

Для контроля над ходом спринта используется *диаграмма сгорания* (burndown diagram). Это временная диаграмма, на которой отражаются дни спринта и количество выполненной работы в требованиях или сторипointах.

Например, на рисунке 4.5 показана диаграмма сгорания для двухнедельного спринта (10 рабочих дней).

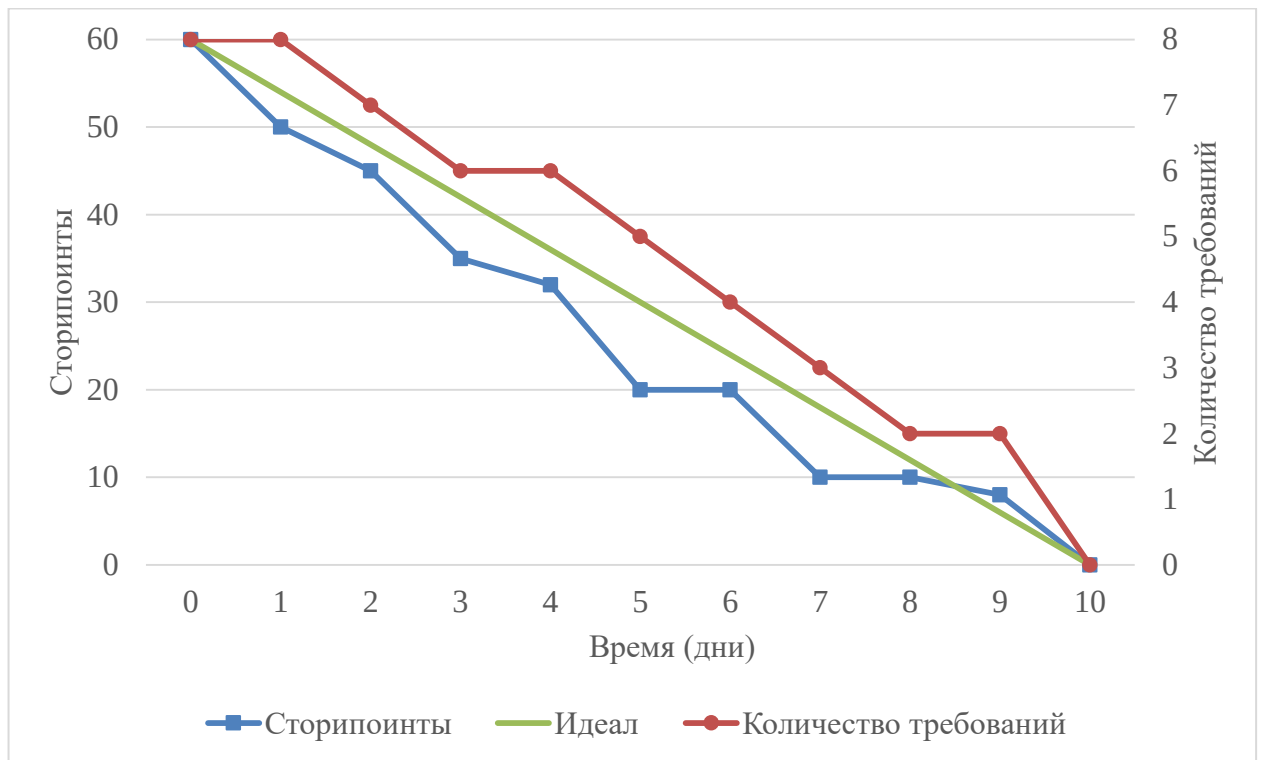


Рис. 4.5 – Пример диаграммы сгорания двухнедельного спринта

Анализ диаграммы проводится путем сравнения идеальной линии со скоростью реального процесса. Существенные отклонения обсуждаются на Scrum-митингах, где вырабатываются корректирующие мероприятия.

Еще одним инструментом, позволяющим эффективно управлять командой проекта, является доска задач, которая также, как и диаграмма сгорания, визуализирует ход спринта (рисунок 4.6).



Рис. 4.6 – Доска задач (начало)

На доске задач размещаются истории пользователей, далее истории перемещаются по мере перехода от одного специалиста к другому или от одной фазы работ к другой (рисунок 4.7).

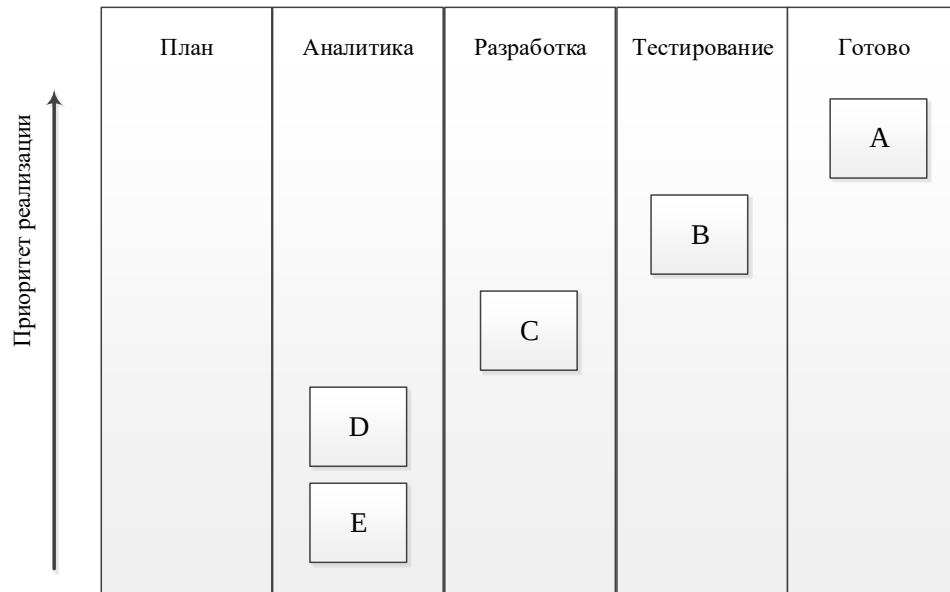


Рис. 4.7 – Доска задач (выполнение спринта)

Возможны варианты досок задач, содержащие несколько спринтов одновременно (рисунок 4.8).



Рис. 4.8 – Расширенная на несколько спринтов доска задач

Методы управления контрактами

Классическая задача управления проектами: «сделать проект в срок, в рамках бюджета, реализовав полностью функционал и соблюдая установленные критерии

качества». В данном разделе попытаемся ответить на вопрос определения сроков проекта в рамках гибких методологий.

Для оценки сроков проекта в Scrum используются знание о производительности команды за предыдущие проекты, либо результаты анализа производительности первоначальных спринтов текущего проекта. Вследствие того, что объем требований к продукту (величина беклога продукта) известны, хоть и с некой долей неопределенности, первоначальную длительность проекта определяют, экстраполируя линию выполнения требований на диаграмме сгорания до пересечения с осью времени (рисунок 4.9).

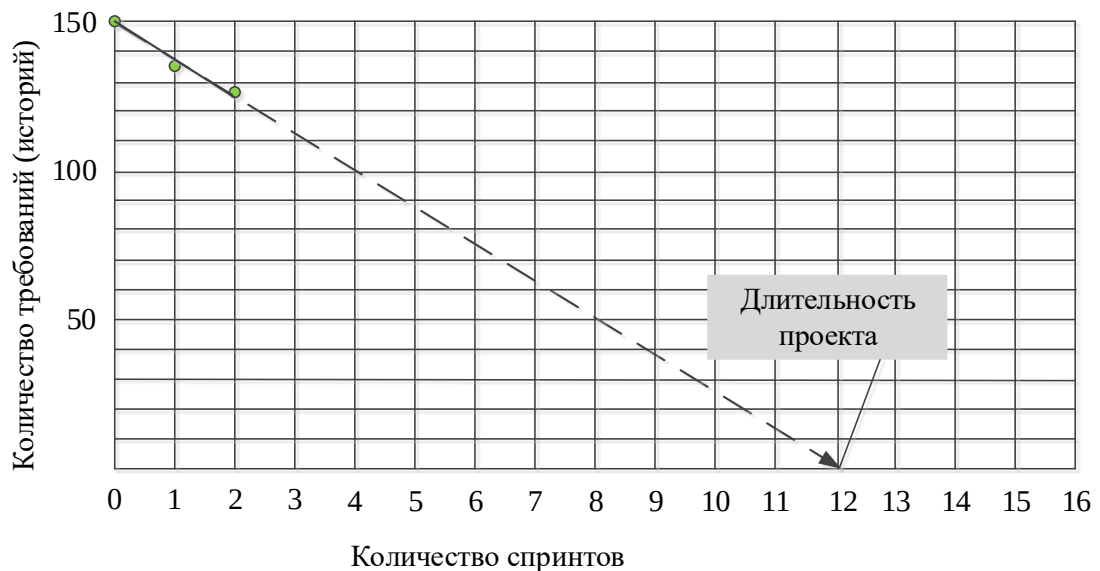


Рис. 4.9 – Определение длительности проекта с фиксированным беклогом

Расчеты ведутся либо в количестве требований, либо в сторипointах. Так как методология предполагает возможность добавления владельцем продукта новых требований после каждого проведенного спринта, то количество оставшихся для выполнения требований должно корректироваться на эту величину (рисунок 4.10).

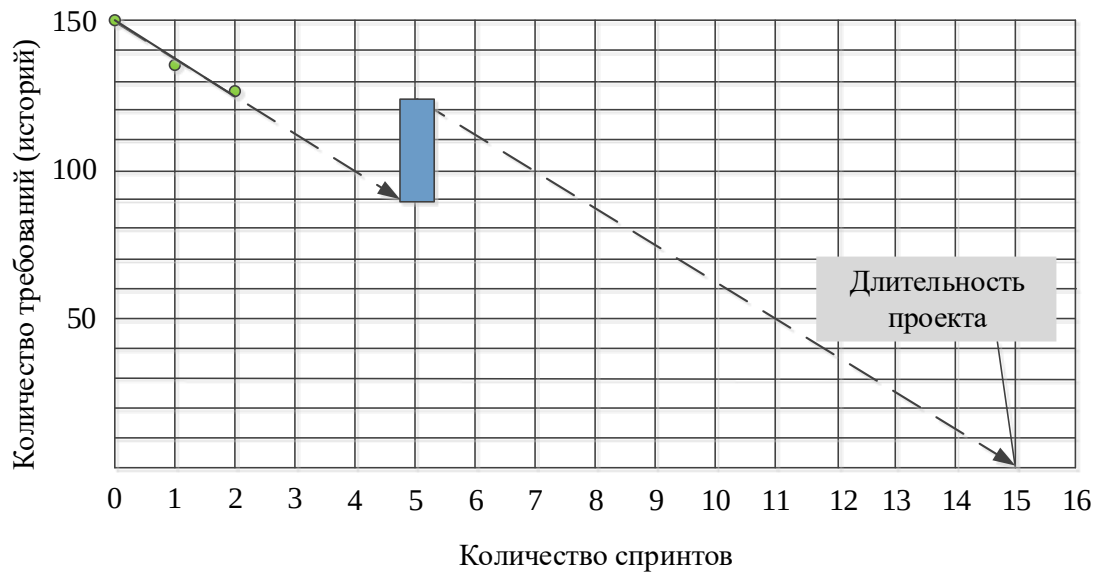


Рис. 4.10 – Определение длительности проекта при добавлении требований

Еще один метод построения диаграммы сгорания заключается в построении добавленных требований в отрицательной зоне, т.е. верхняя линия показывает скорость выполнения требований, а нижняя линия – скорость добавления требований. Общая длительность проекта определится в точке пересечения линий (рисунок 4.11).

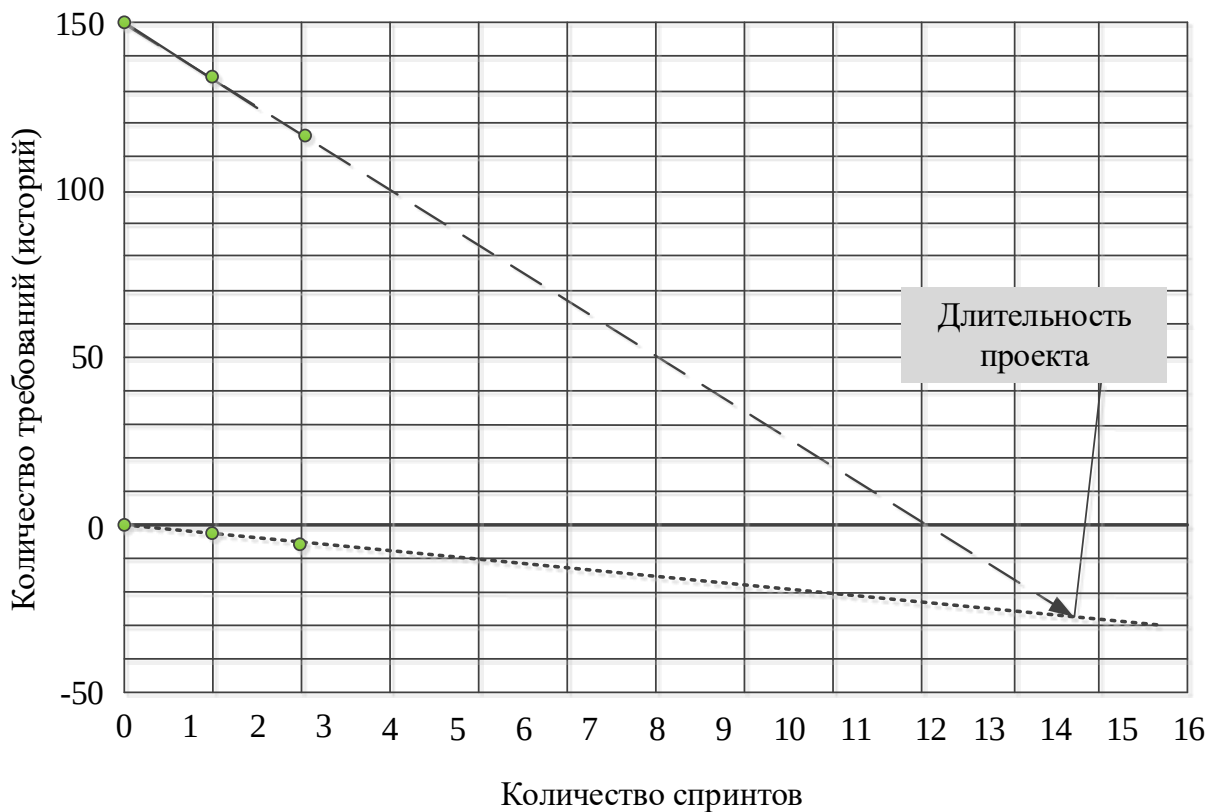


Рис. 4.11 – Определение длительности проекта при многократном добавлении требований

Методы управления рисками

Вследствие того, что количество выполненных и добавленных требований, являются случайными величинами, то и длительность проекта, определяемая как размер беклога, отнесенная к производительности команды, тоже будет величиной случайной.

Пусть g_1 – функция плотности вероятности объема выполненных работ за один спринт, g_2 – за два спринта, g_3 – за три спринта и т.д. Примем, что данные функции подчиняются нормальному закону распределения (рисунок 4.12).

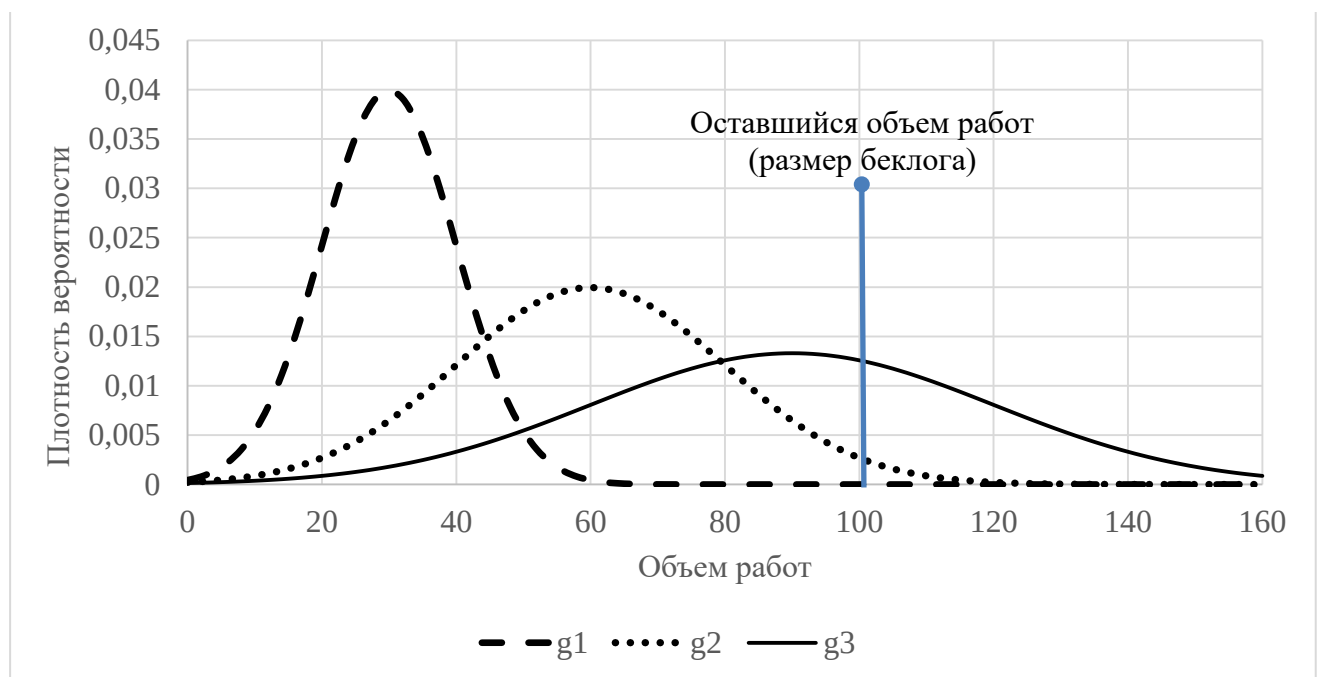


Рис. 4.12 – Плотность распределения вероятности выполнения работ

Нанеся на график оставшийся объем работ по проекту, можно определить вероятность окончания проекта на каждом спринте. Так, на рисунке 4.13 представлена функция плотности распределения вероятности объема выполнения работ за три спринта, а заштрихованная область равна вероятности завершения работ по проекту объемом 100 единиц.

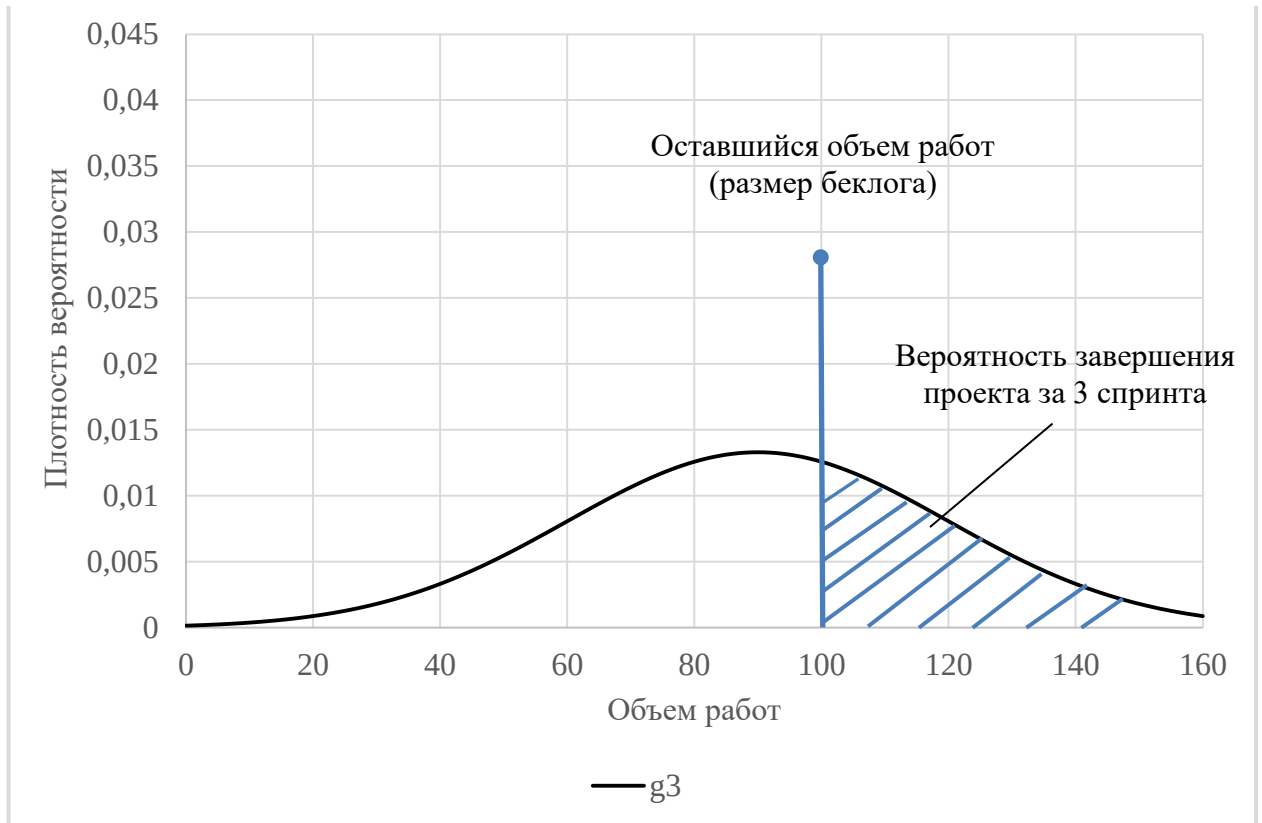


Рис. 4.13 – Плотность распределения вероятности выполнения работ

Рассчитав вероятность окончания проекта для различного числа спринтов, можно построить график, представленный на рисунке 4.14, где столбики означают вероятность окончания проекта в конкретный спринт, линия – кумулятивная вероятность окончания проекта за данное количество спринтов.

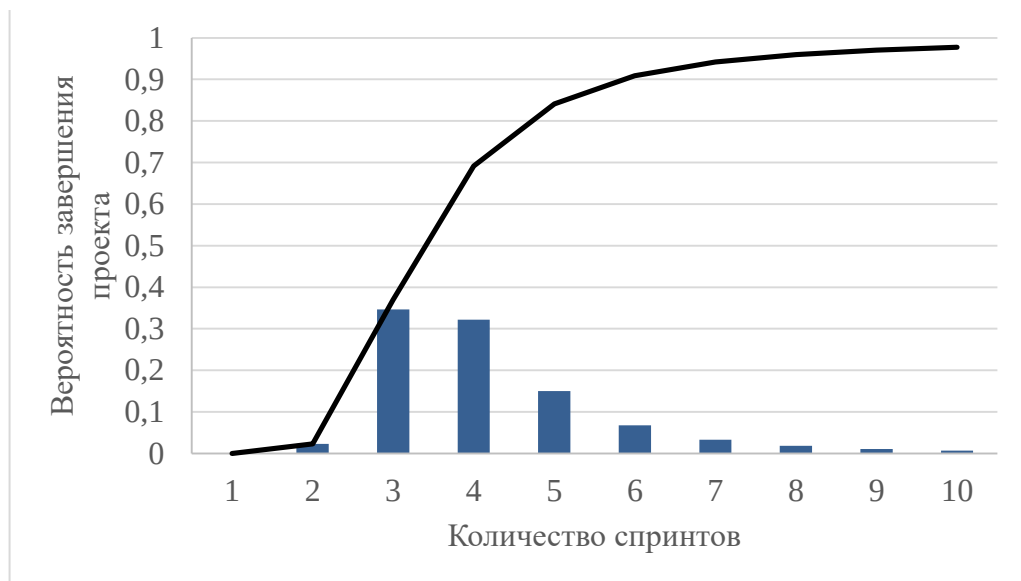


Рис. 4.14 – Вероятность завершения проекта

Беря на себя определенный уровень риска, можно оценивать длительность окончания проекта.

Еще одним способом борьбы с рисками в гибких методологиях является буферизация, заключающаяся во включении в проект, наряду с обязательными требованиями клиента, требований, которые клиент считает опциональными. Так, в рамках «метода разработки динамических систем (dynamic systems development method – DSDM)» все требования разделяют на четыре категории: обязательные, желательные, опциональные, ненужные. В рамках метода DSDM, при планировании проекта, в него включают не более 70% обязательных требований, остальной объем работ приходится на буфер [278]. Буферизация позволяет успешно выполнять проект в случае возникновения нештатных ситуаций, увеличивающих время выполнения обязательных требований.

Наряду с буфером в виде опциональных требований, можно строить буферы по времени, пытаясь учесть риски, связанные с нарушением длительности выполнения требований.

Величина временного буфера может быть определена на основе вероятностных оценок времени выполнения требований, учитывая то, что два среднеквадратичных отклонения определяются как разница в оценках между длительностью с 50%-ой вероятностью выполнения работы (l_{50}) и 90%-ой вероятностью выполнения работы (l_{90}). Для проекта с n количеством требований, среднеквадратическое отклонение можно определить, как среднегеометрическое:

$$2\sigma \approx \sqrt{(l_{90,1} - l_{50,1})^2 + (l_{90,1} - l_{50,1})^2 + \dots + (l_{90,n} - l_{50,n})^2}.$$

Для примера рассмотрим реализацию проекта с семью пользовательскими историями (требованиями).

Таблица 4.1 – Определение размера буфера проекта с семью историями

История	Длительность выполнения (50%) – l_{50}	Длительность выполнения (90%) – l_{90}	$(l_{90} - l_{50})^2$
История 1	5	13	64
История 2	4	9	25
История 3	1	3	4
История 4	4	8	16
История 5	2	3	1
История 6	1	1	0
История 7	4	7	9
Итого	21	44	119

Таким образом, величину буфера для проекта, представленного в таблице 4.1, можно оценить в 11 единиц. В качестве единиц измерения могут быть использованы либо дни, либо человеко-часы, либо сторипоинты. Все зависит от принятых в проекте единиц измерения трудозатрат.

Масштабирование проектов по гибкой методологии

Классическая схема Scrum, рассмотренная нами в пункте 4.1, используется для управления проектами, в которых задействована одна команда. Команды, численностью 5–9 человек, являются наиболее эффективными звеньями, так как с ростом численности резко возрастают издержки на коммуникации, и общая эффективность понижается.

Типовое звено Scrum-проекта состоит из команды проекта. Одними из членов команды являются также Scrum-мастер и владелец продукта. Последний не входит в состав команды, но формирует требования к продукту в беклоге (рисунок 4.15).

Наиболее просто масштабирование достигается, если необходимо произвести горизонтальное разделение проекта, когда несколько команд работает параллельно над различными частями проекта. Данное разделение можно реализовать за счет организации нового уровня управления во главе с менеджером программы, в которую входят несколько Scrum-команд.

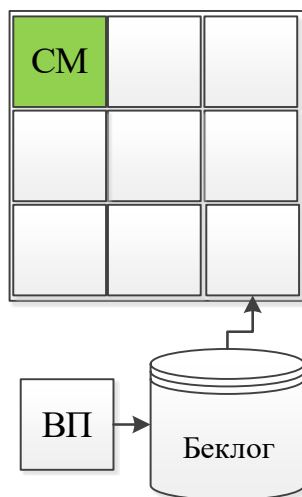


Рис. 4.15 – Типовое звено Scrum-проекта (СМ – Scrum-мастер, ВП – владелец продукта)

Организация работы на вышестоящем уровне происходит по тем же правилам Scrum, т.е. для координации действий проводятся Scrum-митинги с участием Scrum-мастеров от каждой команды.

После координации деятельности Scrum-мастеров для осуществления успешного масштабирования, необходимо согласовать действия по формированию также беклога программы, что достигается при помощи организации Scrum-митингов владельцев продуктов (рисунок 4.16).

При необходимости такое масштабирование может быть продолжено. В данном случае, координацию своих действий должны осуществлять руководители программ. Чаще всего на данном уровне общее руководство осуществляется одним из топ-менеджеров компании.

Организация работ в нескольких параллельных проектах, позволяет также гибко организовать финансирование работ. В рамках гибкой методологии отсутствует привязка бюджета к конкретному проекту. Финансирование происходит из общего источника, т.е. в зависимости от приоритетов, которые могут меняться после каждого оконченого спринта, финансирование может быть перенаправлено от одной команды к другой. Данная процедура позволяет менять производительность и содержание работ в различных проектах.

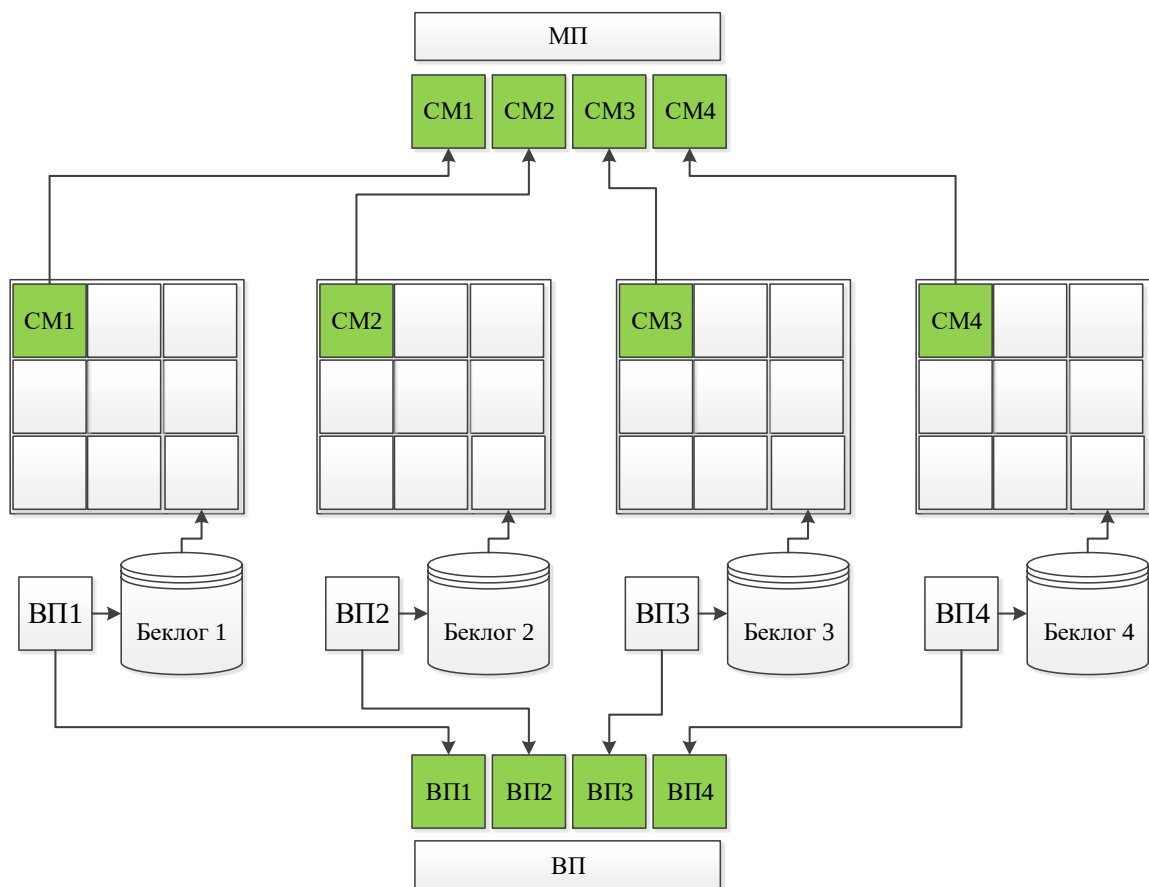


Рис. 4.16 – Масштабирование проекта

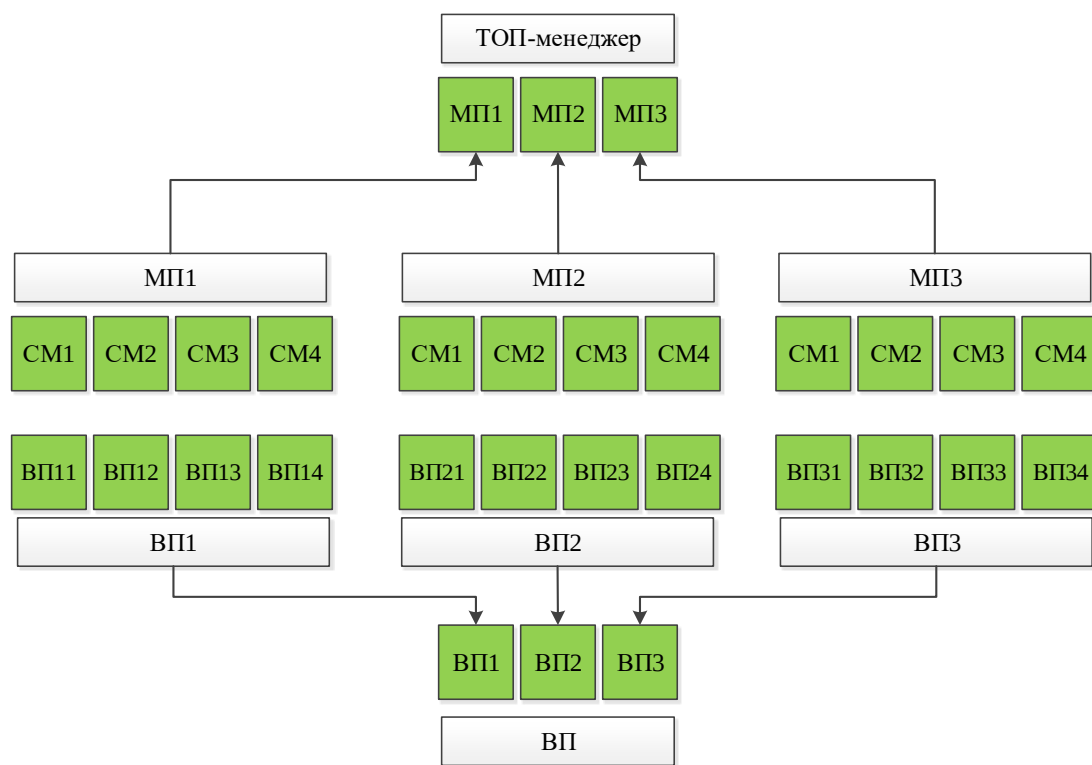


Рис. 4.17 – Масштабирование проекта

Важно отметить, что решение о перераспределении финансирования принимается автономно на каждом уровне управления, т.е. в рамках своих компетенций владельцами продуктов соответствующего уровня.

Таким образом, развертывание работы команд по улучшению деятельности может быть организовано по одним и тем же правилам, не зависимо от масштабов деятельности предприятия (рисунок 4.17).

4.2 Алгоритм отбора технологий для проведения проектов по их совершенствованию на базе методов теории нечетких множеств

После определения «проблемного» звена в рамках используемой технологии, инициируется проект по ее улучшению. Часто такие проекты могут закончиться неудачей, так как исследователям не удастся получить решение, дающее существенные улучшения. Поэтому актуальной является задача повышения эффективности проводимого отбора для формирования портфеля проектов предприятия в области технологических улучшений и повышения доли успешных проектов [198].

Согласно закону развития по логистической кривой, в момент своего появления технология обладает низкими характеристиками, далее, когда она начинает приобретать большую популярность, множество исследователей способствует ее существенному развитию, при подходе к границам физических законов, на которых основана технология, потенциал возможных улучшений резко сокращается. В фазе насыщения даже большие вложения в улучшение данной технологии не приводят к существенному росту характеристик. В этом явлении могут скрываться неудачи проектов технологического развития на промышленных предприятиях, ориентирующихся только на исторические показатели работы предприятия.

Таким образом, знания о закономерности развития технологий должны быть использованы при формировании портфеля проектов по улучшению.

Рассмотрим множество имеющихся на предприятии технологий (Ω) (рисунок 4.18). В результате отбора, основанного на исторических данных, на множестве

Ω можно выявить множество «проблемных» технологий A ($A \subset \Omega$). Как было сказано выше, множество A содержит технологии, имеющие как существенный, так и не существенный потенциал развития (рисунок 4.18, *a*). Для проведения анализа имеющихся технологий, с точки зрения потенциала улучшений, выделим множество B ($B \subset \Omega$), как множество технологий, имеющих высокий потенциал улучшений. Пересечение $(A \cap B)$, будет представлять множество технологий, имеющих, как существенное значение для предприятия, так и высокий потенциал улучшений (рисунок 4.18, *b*). Эффективность проектов, направленных на улучшение технологий, из множества $(A \cap B)$ будет более высокой.

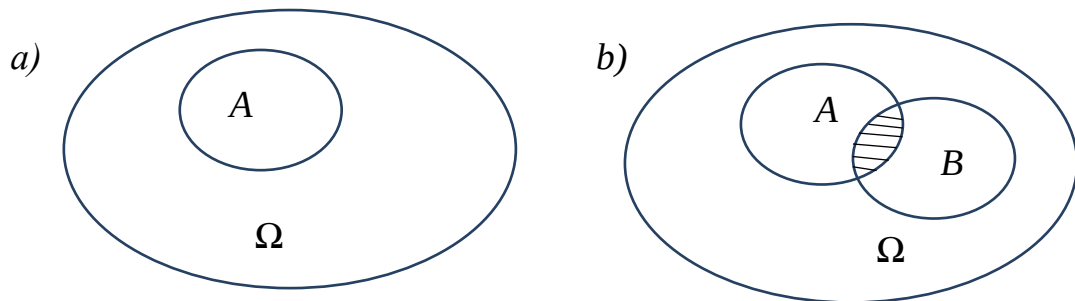


Рис. 4.18 – Диаграммы Венна для совокупности технологий предприятия (*a* – отбор на базе исторической информации, *b* – отбор на базе исторической информации и учета кривой развития)

Исследуемая задача отбора содержит большую неопределенность, вследствие влияния множества факторов на деятельность предприятия. Представляется целесообразным выразить информацию, используя нечеткие множества. Основоположником математической теории нечетких множеств является Л.А. Заде [113]. Значительный вклад в ее развитие внесли А.Н. Мелизов, А.Н. Борисов [148, 147], С.А. Орловский [369], Х. Райф [410], А. Кофман [292, 291] и др. Из современных авторов можно выделить А. Пегата [379], С. Готвальда [45], А. Недосекина [76], В. Силера [93], А. Шаталов [482], Д. Мухамедиеву [347].

Наиболее целесообразным представляется проведение отбора технологий для реализации проектов по их улучшению по следующему алгоритму (рисунок 4.19).

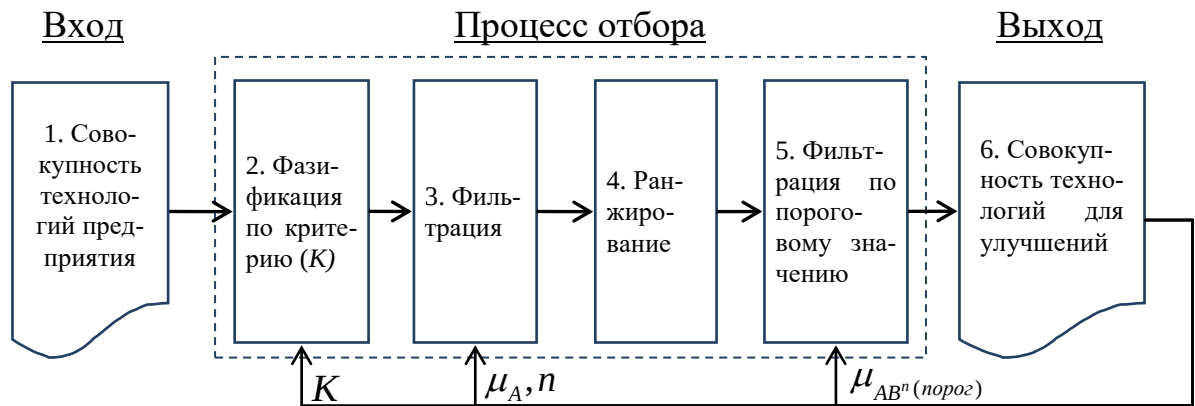


Рис. 4.19 – Блок-схема проведения отбора технологий для реализации проектов по их улучшению

Блок 1 (Вход). Совокупность технологий предприятия. Каждое промышленное предприятие можно представить, как совокупность технологий, выявление и формализация которых представляется важной частью процесса управления. На входе процесса отбора технологий подается вся совокупность технологий, среди которых необходимо провести отбор.

Блок 2. Фазификация по критерию (K). Важность каждой исследуемой технологии может быть оценена по агрегированному критерию K . После чего необходимо провести процедуру фазификации (перевода в термины нечетких множеств). Для этого определим нечеткое множество $\tilde{A}$ через функцию принадлежности $\mu_A : A \rightarrow [0,1]$. Функция принадлежности μ_A принимает значения от 0 до 1 и показывает степень принадлежности элемента $a \in A$ нечеткому множеству $\tilde{A}$. Обычное множество A называется базовым множеством.

Пусть базовое множество A – множество технологий предприятий, требующих улучшений:

$$A = \{ \text{«технология}_1\text{»}, \text{«технология}_2\text{»}, \dots, \text{«технология}_N\text{»} \}. \quad (4.1)$$

Тогда нечеткое множество технологий, требующих улучшений, будет задаваться следующим образом:

$$\tilde{A} = \{ (a_1, \mu_{a_1}), (a_2, \mu_{a_2}), \dots, (a_N, \mu_{a_N}) \}, \quad (4.2)$$

где μ_{a_i} – функция принадлежности i -технологии к нечеткому множеству $\tilde{A}$, a_1 – технология 1, a_2 – технология 2 и т.д.

Если выбирать критерий ранжирования (K) такой, что чем больше его значение, тем предприятие больше нуждается в улучшении данной технологии, то для описания функции принадлежности может быть выбрана S -образная функция, описываемая следующими уравнениями:

$$s(a, \delta_1, \delta_2, \delta_3) = \begin{cases} 0, & a \leq \delta_1, \\ 2 \left(\frac{a - \delta_1}{\delta_3 - \delta_1} \right)^2, & \delta_1 \leq a \leq \delta_2, \\ 1 - 2 \left(\frac{a - \delta_3}{\delta_3 - \delta_1} \right)^2, & \delta_2 \leq a \leq \delta_3, \\ 1, & a \geq \delta_3, \end{cases} \quad (4.3)$$

где $\delta_2 = \frac{\delta_1 + \delta_3}{2}$.

Обобщая мнение экспертов, отвечающих на вопрос: «При каком значении критерия (K) технология требует улучшений в первую очередь?», можно рассчитать значения $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ и построить функцию принадлежности (рисунок 4.20).

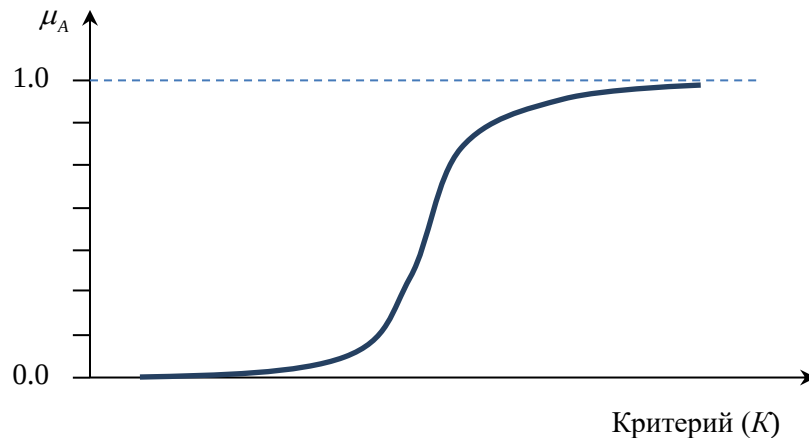


Рис. 4.20 – Функция принадлежности, показывающая принадлежность технологии к множеству «технологий, требующих улучшений» в зависимости от расчетного критерия

Таким образом, на выходе данного блока будет нечеткое множество $\tilde{A}$, в котором каждой технологии предприятия будет задана функция принадлежности μ_{a_i} (3).

Блок 3. Фильтрация. Развитие технологий происходит по S -образной кривой. Наибольший интерес для реализации проектов по улучшению представляет фаза II – развитие (бурный рост). Разработка технологий в фазе I слишком рискована и характеризуется большой вероятностью неудачи. Улучшение технологий в фазе III не представляется перспективной, так как достигнуты пределы физических законов. В фазе III необходимо проводить исследования с целью замены технологии на принципиально новую.

Поставим перед экспертами вопрос о принадлежности (в смысле теории нечетких множеств) технологий к фазе бурного развития.

Введем нечеткое множество $\tilde{B}$, как множество технологий, находящихся на стадии бурного развития:

$$\tilde{B} = \{(b_1, \mu_{b_1}), (b_2, \mu_{b_2}), \dots, (b_N, \mu_{b_N})\}, \quad (4.4)$$

где μ_{b_i} – функция принадлежности i -технологии к нечеткому множеству $\tilde{B}$.

Далее для реализации фильтрации введем операцию над нечеткими множествами следующего вида:

$$\begin{aligned} \mu_{AB} &= \mu_A(a_i) \cdot \mu_B(b_i), \\ \mu_{AB^2} &= \mu_A(a_i) \cdot \mu_B^2(b_i), \\ &\dots \\ \mu_{AB^n} &= \mu_A(a_i) \cdot \mu_B^n(b_i). \end{aligned} \quad (4.5)$$

По своей сути данная операция представляет собой применение фильтра один, два и n раз. Кратность фильтра (n) зависит от того, насколько важным исследователь считает фактор развития технологии по S -образной кривой развития.

При $n=0$,

$$\mu_{AB^0} = \mu_A(a_i) \cdot \mu_B^0(b_i) = \mu_A(a_i) \cdot 1 = \mu_A(a_i), \quad (4.6)$$

т.е. фильтр не применяется, и ранжирование производится только с учетом критерия K .

Блок 4. Ранжирование. Проведем ранжирование (упорядочение) технологий по уменьшению функции принадлежности μ_{AB^n} . Чем больше значение μ_{AB^n} , тем более важная (более «проблемная») для предприятия и перспективная (с точки зрения реализации потенциала развития) технология.

Блок 5. Фильтрация по пороговому значению. Можно ввести пороговое значение μ_{AB^n} . Технологии, имеющие функцию принадлежности меньше этого значения, будут не перспективны для реализации проектов по их улучшению (рисунок 4.21).

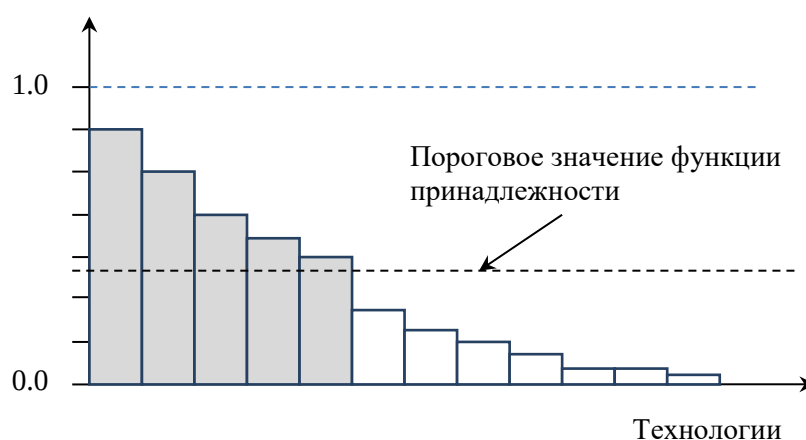


Рис. 4.21 – Реализация ранжирования и фильтрации по пороговому значению функции принадлежности μ_{AB^n}

Блок 6 (Выход). Совокупность технологий для улучшений. По окончании процесса отбора, на выходе будем иметь ранжированный список технологий предприятия, которые можно использовать для формирования портфеля проектов по улучшению производственной деятельности.

Адаптация методики

В ходе реализации проектов может потребоваться адаптация предложенной методики. В ней имеются следующие параметры, которые могут быть изменены:

- критерий K (частные критерии K_i) – блок 1,
- функция принадлежности i -технологии к нечеткому множеству технологий, требующих улучшений μ_A (рисунок 4.19) – блок 3,
- кратность фильтра n – блок 3,

– пороговое значение функции принадлежности $\mu_{AB^n(\text{порог})}$ – блок 5.

Предложенная методика отбора технологий промышленного предприятия позволяет повысить долю успешно реализованных проектов по улучшению производственной деятельности за счет отбора, использующего как данные за предыдущие периоды деятельности предприятия, так и знания о стадии развития технологии.

Несомненным преимуществом предлагаемой методики является использование математического аппарата теории нечетких множеств, позволяющего вести процесс отбора технологий в интуитивно понятных терминах, что упрощает внедрение методики в практику управления промышленным предприятием [43].

4.3 Методы оценки эффективности технологических изменений

Эффективность – это наиболее общее, определяющее свойство любой целенаправленной деятельности, которое с познавательной (гносеологической) точки зрения раскрывается через категорию цели и объективно выражается степенью достижения цели с учетом затрат ресурсов и времени.

Критерий эффективности – это правило, позволяющее сопоставлять стратегии, характеризующиеся различной степенью достижения цели, и/или осуществлять направленный выбор стратегий из множества допустимых [349, 483].

В настоящий момент сформировался ряд научных подходов, в рамках которых производится оценка эффективности технологических изменений [252]:

- теория производственных функций [267];
- функционально-стоимостной анализ;
- анализ среды функционирования (Data Envelopment Analysis);
- ключевой показатель результата деятельности (Key Performance Indicators, KPI);
- концепция дисконтированного денежного потока (Discounted Cash Flow, DCF);

- концепция экономической добавленной стоимости (Economic Value Added, EVA) [95];
- теоретическая эффективность технических систем.

Наиболее часто при оценке эффективности внедрения технологических изменений прибегают к оценке принятия решений на базе анализа изменений денежных потоков [385]. В то же время, иногда такие вычисления могут быть затруднительны, так как целевой индикатор не удастся представить в стоимостном выражении. Так, в рамках концепции производственных функций, эффективным является то решение, которое приводит к оптимальному значению целевой функции.

В рамках настоящей работы эффективность внедрения технологических изменений будет определяться через анализ денежных потоков. При этом неточности в прогнозах на проектах малой стоимости, с лихвой компенсируются возможностью построения единой универсальной системы управления технологическими изменениями на всех уровнях. Также на предприятии могут быть разработаны шкалы, привязывающие показатели, не измеряемых в стоимостном выражении, к стоимостным показателям. Например, потеря имиджа в результате производства бракованных изделий, как доля недополученной предприятием прибыли.

Оценка эффективности простых изменений (прямой экономический эффект)

В наиболее простых случаях, предложения по изменению технологий направлены на экономию ресурсов и легко поддаются расчету экономической эффективности в стоимостном выражении.

Экономия ресурсов:

$$E = (P + t) \times (m_1 - m_2) \times S,$$

где E – годовой экономический эффект от использования предложения по совершенствованию технологии (руб.), P – цена материала, сырья и т.д. (руб./ед.), t – транспортные и иные расходы, связанные с доставкой единицы сырья, материала на предприятие (руб./ед.), m_1 и m_2 – расход материальных ресурсов на единицу продукции, соответственно до и после использования предложения (единиц/тонну), S – объем выпуска, реализации новой продукции в год (тонн).

Экономия ресурсов, напрямую несвязанных с выпуском основной продукции:

$$E = (P + t) \times R,$$

где R – объем сэкономленных ресурсов (тонн, м³, кВт/час).

Экономия ресурсов за счет использования отходов производства:

$$E = (P - P_0 - C) \times R,$$

где P – цена реализации дополнительной продукции, изготовленной из отходов производства (руб./ед.), P_0 – цена реализации отходов производства, используемых для изготовления дополнительной продукции (руб./ед.), C – дополнительные затраты, связанные с доработкой отходов (руб./ед.), R – количество продукции, изготовленной путем доработки отходов (тонн).

В случае невозможности стоимостного выражения эффекта от внедрения простых предложений, он может быть оценен либо экспертными методами, либо переведен в стоимостное выражение за счет привязки к доле какого-либо стоимостного показателя (прибыли компании, годовых потерь и т.п.). Данный метод расчета эффекта может быть использован, например, в случае определения эффекта от внедрения предложений, связанный со следующими видами улучшений:

1) эргономика рабочего места:

- улучшение гигиенических показателей (освещенность, климат, излучение, шум, вибрация, чистота воздуха);
- удобство конструкции рабочего места (соответствие форме человека);
- улучшение физиологических свойств рабочего места (соответствие прилагаемых усилий возможностям работника, соответствие конструкции устройств возможностям человека);
- улучшение восприятия информации на рабочем месте, передачи информации (световые, звуковые, с применением технических средств и т.д.);

2) показатели промышленной безопасности и охраны труда (ПБ и ОТ):

- любые мероприятия, направленные на снижение вероятности происшествий (несчастного случая на производстве, инцидента, аварии, пожара и пр.);

- улучшение системы управления охраной труда и промышленной безопасностью;

3) экологические показатели:

- любые мероприятия, направленные на снижение вредного воздействия на окружающую среду;

4) эстетические показатели:

- любые мероприятия, направленные на улучшение товарного вида продукции, внешнего вида рабочего места, участка, подразделения, межцеховых сетей, дорог и т.д.

В любом случае затраты на экономическое обоснование простых мероприятий, в случае их усложнения, не оправданы. Целесообразней представляется создание на предприятиях системы подачи рационализаторских предложений, с простыми расчетами экономических эффектов.

Пример возможного варианта бланка предложения, который может быть использован как для подачи, так и для расчета экономического эффекта представлен в Приложении В.

Оценка эффективности изменений на базе анализа денежных потоков

Как известно, чистая приведенная стоимость (NPV) определяется по формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_i}{(1+d)^t} - I_0,$$

где CF_i – денежный поток в i -й период из n ,

I_0 – первоначальный объем инвестиций,

d – ставка дисконтирования [434].

Если ($NPV > 0$), то доходность проекта превышает стоимость капитала и проект является экономически оправданным. Вторым, наиболее часто используемым индикатором, в рамках метода дисконтирования денежных потоков, является внутренняя норма рентабельности (IRR) – ставка дисконтирования, при которой $NPV = 0$. Расчетная IRR проекта должна превышать стоимость денег, привлекаемых компанией (рисунок 4.22).

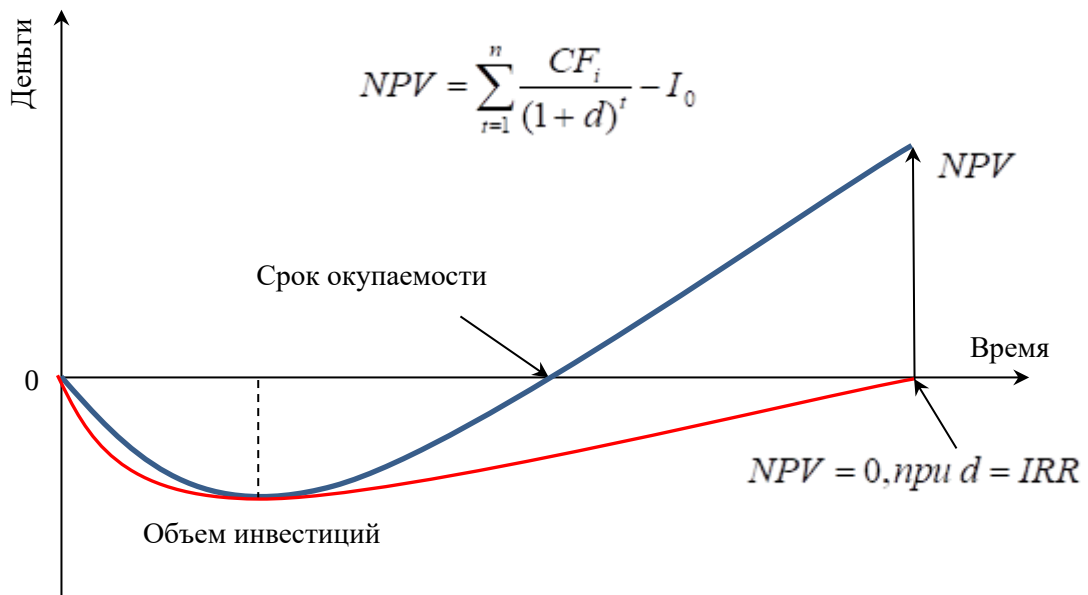


Рис. 4.22 – Дисконтированный денежный поток

Если разработки в области создания новых технологий занимают продолжительное время, то расчет эффективности, связанный с оценкой NPV , затруднен отсутствием данных по текущим денежным потокам, что ведет к большим рискам. Таким образом, совокупные затраты на реализацию проекта могут «казаться» слишком большими для генерации в будущем денежного потока таких размеров, чтобы NPV был положительным. Одним из возможных решений в этом случае является оценка на базе теории реальных опционов.

Оценка эффективности изменений на базе теории реальных опционов

Модели оценки реальных опционов – это разновидности стандартной модели дисконтированного денежного потока с той лишь разницей, что в них предусмотрена возможность изменения управленческих решений в будущем по мере поступления новой информации [290, 140]. Термин «реальный опцион», ввел Stewart Myers [75], подчеркнув тем самым, что инвестиции осуществляются не в финансовые инструменты, а в реальные активы. В зависимости от принятых управленческих решений, по отношению к проекту можно выделить различные типы реальных опционов: опцион на отсрочку реализации, опцион на прекращение, опцион на рас-

ширение, опцион на ускорение, опцион на продолжение и т.д. В работе А.А. Фирсовой [468] приводится следующая классификация реальных опционов, в зависимости от видов принимаемых управленческих решений (рисунок 4.23).

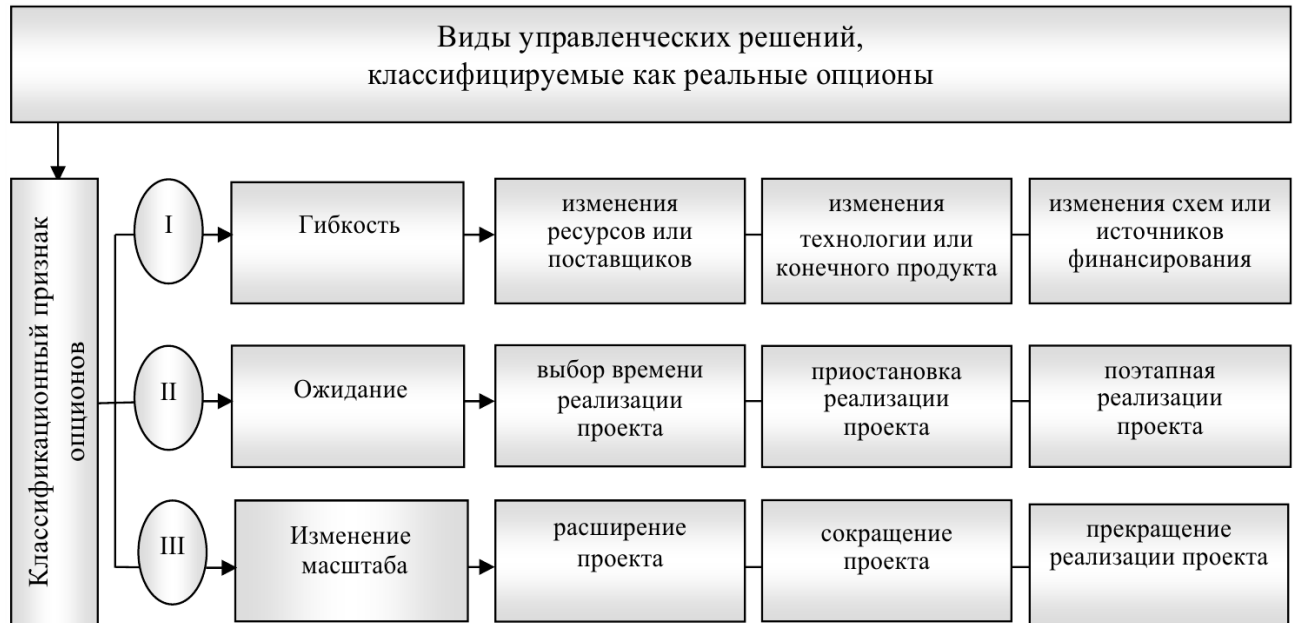


Рис. 4.23 – Классификация реальных опционов в зависимости от видов принимаемых решений [468]

Так как менеджер может влиять на отдельные параметры проекта, то можно говорить об инвестиционном проекте, как о портфеле реальных опционов.

Наиболее распространенными моделями оценки реальных опционов являются:

1) Модель Блэка-Шоулза.

Стоимость реального опциона по модели Блэка-Шоулза определяется следующим образом [231, 118]:

$$Vc = S \cdot N(d_1) - K \cdot e^{-rt} \cdot N(d_2),$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r - y - \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot t}{\sigma \cdot \sqrt{t}},$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \cdot \sqrt{t},$$

где S – текущая стоимость базового актива (приведенная стоимость ожидаемых денежных потоков от запуска проекта сегодня), K – цена исполнения опциона

(стоимость инвестиций, необходимых для реализации проекта), t – срок жизни опциона – период времени, оставшийся до момента его истечения (число лет, в течение которых компания будет обладать эксклюзивным правом на реализацию данного проекта), r – безрисковая процентная ставка, y – дивидендная доходность актива (стоимость отсрочки, т.е. упущенные доходы, вызванные задержкой инвестиций, например, если длительность проекта ограничена временем T , то каждый год отсрочки будет выражаться в потерях равных $\frac{1}{T}$ общего дохода), σ – среднеквадратическое отклонение денежных потоков по проекту.

В российских условиях применение модели Блэка-Шоулза затруднено отсутствием хороших статистических данных, т.е. невозможностью расчета среднеквадратического отклонения σ [456].

2) Биномиальная модель или модель Кокса-Росса-Рубинштейна

Биномиальная модель предполагает движение цены на актив (S) в одном из возможных направлений: либо рост к цене ($S \cdot u$) с вероятностью p , либо падение к цене ($S \cdot d$) с вероятностью $(1 - p)$.

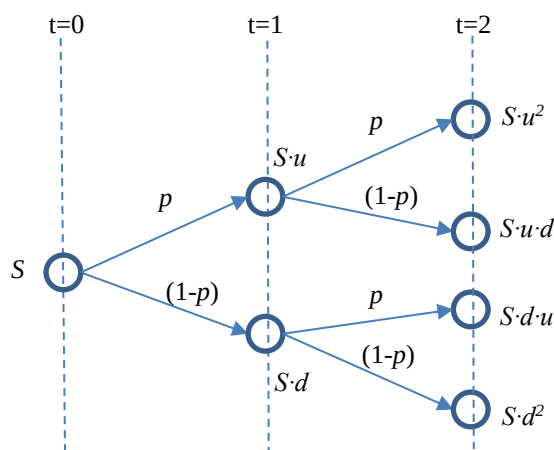


Рис. 4.24 – Ценообразование по биномиальной модели

Применим логику биномиального опционного ценообразования к определению эффективности проекта.

Пусть имеется 5 стадий проекта:

- 1) концептуальная стадия;
- 2) стадия технико-экономического обоснования;
- 3) стадия разработки проекта;
- 4) стадия ранней коммерциализации;
- 5) стадия коммерциализации [434].

Имеется 3 варианта сценариев окончания – «оптимистический», «базовый», «пессимистический», с вероятностью исполнения 0.25, 0.5, 0.25 соответственно. Пусть каждая стадия занимает один год, основные характеристики проекта задаются в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Моделирование проекта по методу опционного ценообразования

№	Стадия	Отчет- ный год	Вероят- ность пере- хода в сле- дующую стадию	При- быль/убы- ток	Коэф. дис- контингова- ния ($r = 0,1$)	Дисконтиро- ванная при- быль/убыток
1	Концептуальная стадия	0	0,5	-100	1,000	-100,0
2	Технико-экономическое обоснование	1	0,5	-200	0,909	-181,8
3	Разработка проекта	2	0,5	-400	0,826	-330,6
4	Ранняя коммерциализация	3	0,5	-1000	0,751	-751,3
5	Коммерциализация	4	0,5	-3000	0,683	-2049,0
	Экономический эффект					
	- «Пессимистический» сценарий	5	0,25	10000	0,621	3104,6
	- «Базовый» сценарий	5	0,5	20000	0,621	12418,4
	- «Оптимистический» сценарий	5	0,25	50000	0,621	24836,9

Рассматривая переходы между стадиями как важные вехи проекта, можно построить дерево решений, с оценкой вероятности продолжения и остановки проекта в каждой вехе (рисунок 4.25).

Рассмотрим, какие экономические последствия будет иметь реализация того или иного управленческого решения. Для этого составим матрицу вероятности (таблица 4.3) и произведем расчет экономического эффекта с учетом вероятности остановки проекта в различных стадиях.

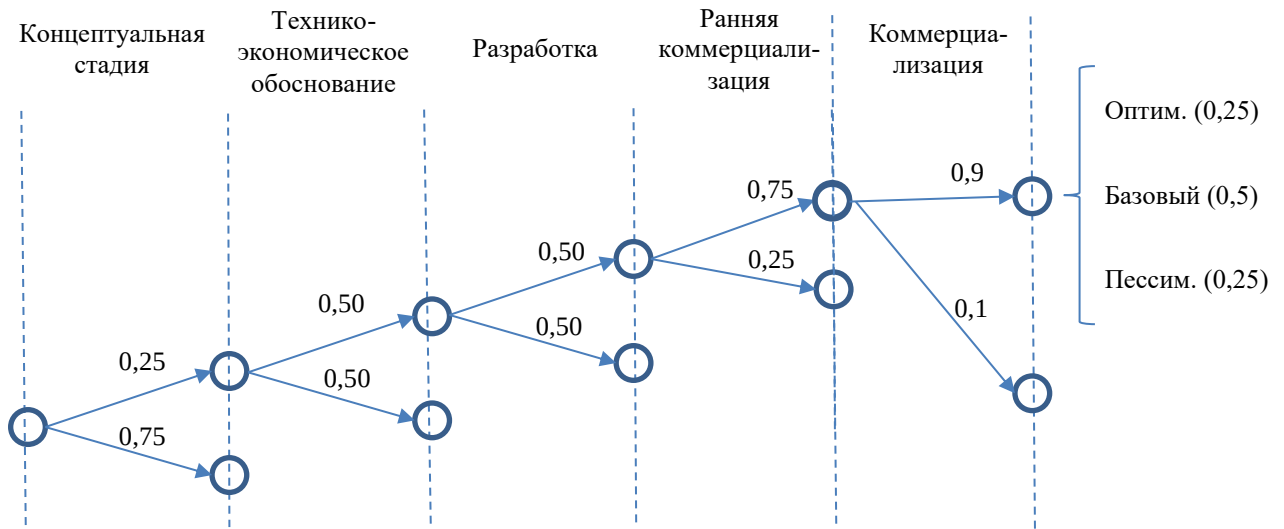


Рис. 4.25 – Дерево решений по проекту

В отличие от классической методики расчета NPV проекта, по которой необходимо расчет экономической эффективности вести за весь период проекта, в рамках метода опционного ценообразования, проект может быть остановлен в любой вехе. Тем самым размеры убытков могут быть ограничены затратами, понесенными до конкретной вехи проекта [164, 489].

Таблица 4.3 – Матрица вероятностей окончания проекта

Ста- дии	Вероя- тость оста- новки	Вероятность отмены проекта на конкретной стадии					Сценарии окончания			Итого
		1	2	3	4	5	пес. 0,25	баз. 0,5	опт. 0,25	
1	0,75	0,7500	0,2500							1
2	0,5	0,7500	0,1250	0,1250						1
3	0,5	0,7500	0,1250	0,0625	0,0625					1
4	0,25	0,7500	0,1250	0,0625	0,0156	0,0469				1
5	0,1	0,7500	0,1250	0,0625	0,0156	0,0047	0,0105	0,0211	0,0105	1
NPV		-100	-181,8	-330,6	-751,3	-2049	6209,2	12418,4	31046,1	
Взвеш. NPV		-75,0	-22,7	-20,7	-11,7	-9,6	65,5	262,0	327,4	515,1

Также по мере реализации проекта, в условиях снижающейся неопределенности, появляются дополнительные варианты создания стоимости, например, за счет появления возможности формирования опционов на вторичные технологии, возникающие в проекте.

4.4 Методы формирования программы реализации проектов по совершенствованию технологий

В рамках предложенной методологии на предприятии на регулярной основе ведется проектная работа по совершенствованию технологий. В связи с ограниченностью ресурсов возникает задача по оптимальному формированию программы проектов по улучшению. Как было показано в п. 2.4, целесообразно разделить все проекты на две группы. Первая группа управляется на базе классических методов управления проектами, чаще всего это крупные проекты, требующие поиска и привлечения дополнительного финансирования. Управление второй группой строится на базе гибких методов управления проектами. Для второй группы проектов целесообразно выделить единого бюджета и принятие решений о финансировании непосредственно при анализе проектов, т.е. формирование пула проектов, которые будут реализовываться в конкретный финансовый период.

Для целей совершенствования технологий промышленного предприятия адаптируем методику В.Н. Буркова, Г.С. Джавахадзе [153], предложенную для формирования программы развития отраслевого производства на базе анализа зависимости «Затраты-эффект».

Любой проект обладает такими характеристиками, как затраты на реализацию проекта и экономический эффект. Отметим, что нами было предложено несколько способов экономической оценки эффективности проекта, тем не менее любой из них может быть использован для целей формирования программы реализации таких проектов. Располагая все проекты в порядке убывания показателя эффективности (отношение экономического эффекта к затратам) мы можем сформировать программу реализации на базе наиболее эффективных проектов (рисунок 4.26).

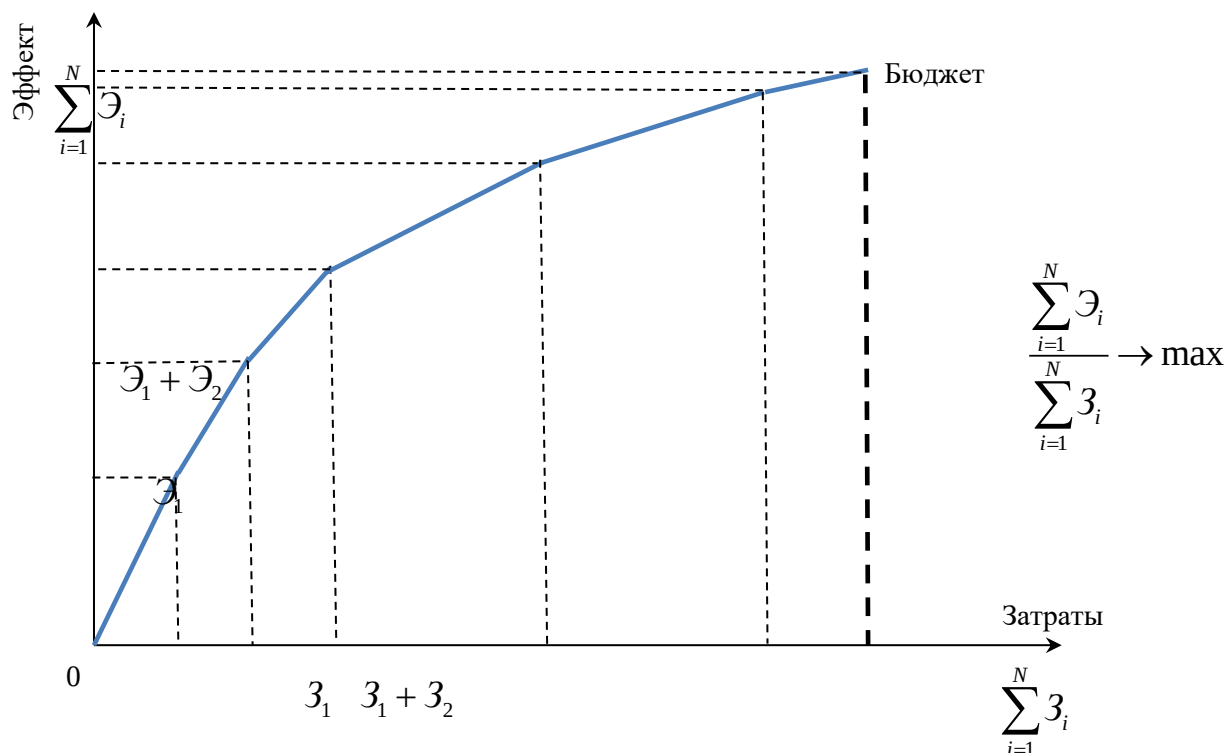


Рис. 4.26 – Формирование программы проектов на базе зависимости «Затраты–Эффект»

Составленная таким образом программа, теоретически имеет максимальный эффект при заданной величине финансирования. Практически, из-за дискретности проектов, эффект может быть меньше. Максимизация достигается за счет решения так называемой «задачи о ранце» методами динамического программирования, заключающаяся в переборе всех возможных вариантов формирования программы и отбора варианта с максимальной эффективностью в рамках заданного бюджета.

В реальных условиях дискретность проектов по совершенствованию технологий очень мала. На крупных предприятиях могут реализовываться сотни, а то и тысячи проектов по совершенствованию, поэтому программа, составленная на базе рейтинга проектов, будет оптимальной.

Выводы по главе 4

1. В рамках данной главы разработаны организационно-методологические положения по внедрению адаптивно-технологического управления развитием промышленного предприятия по комплексному типу управления проектами, разработанного во второй главе диссертации.

2. Подробно рассмотрено применение методов гибкого управления проектами. А поскольку до настоящего момента подобные методы слабо использовались в проектах, связанных с совершенствованием технологий, то в диссертация осуществлена их адаптация под эти цели.

3. Для реализации адаптивно-технологического управления на предприятии целесообразно сформировать отдельное структурное подразделение – «проектный офис», задачей которого является обеспечение деятельности в области управления крупными проектами на предприятии, деятельность в области управления проектами по совершенствованию имеющихся технологий и деятельность по управлению рационализаторскими предложениями.

4. В связи с тем, что классические методы и модели оценки эффективности инвестиционных проектов не позволяют успешно управлять проектами, связанными с совершенствованием технологий, предложено оценку эффективности проводить на базе методов и моделей теории реальных опционов.

5. Разработан алгоритм отбора технологий, повышающий эффективность проектов по улучшению деятельности промышленных предприятий на базе теории нечетких множеств, учитывающий закономерности развития технологий.

ГЛАВА 5. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

5.1 Особенности современных металлургических производств и возможности их технологического обновления

Состояние металлургической промышленности в мире

Общее производство стали в мире продолжает расти (рисунок 5.1), более подробно (Приложение Г, таблица Г.1).

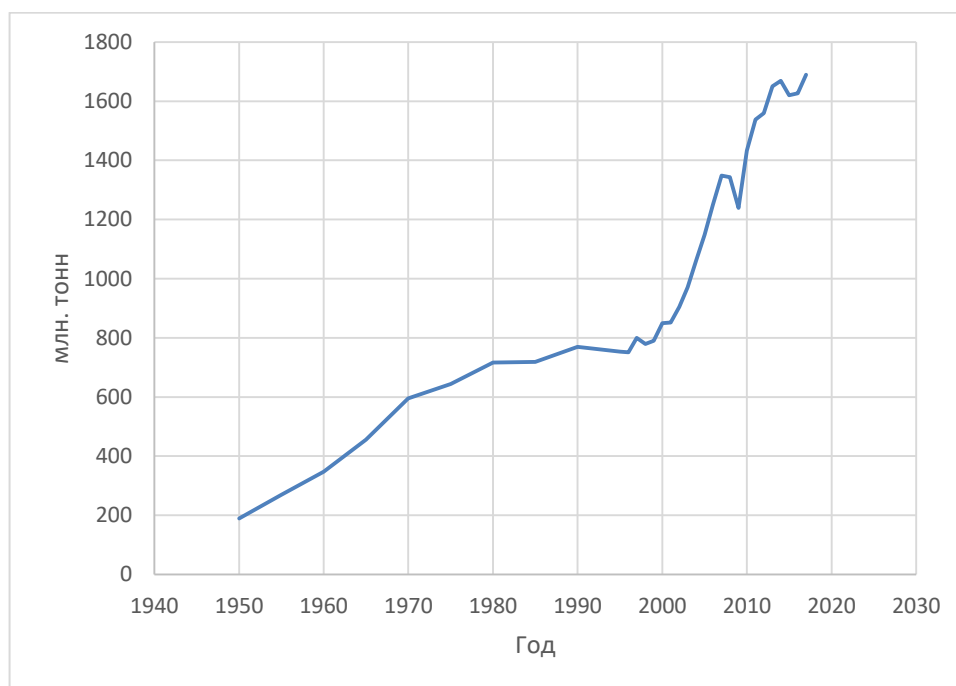


Рис. 5.1 – Мировое производство стали, млн. тонн

При этом большая часть производства приходится на такие страны как Китай, Япония, Индия, США, Россия, Южная Корея, Германия (рисунок 5.2), более подробно (Приложение Г, таблица Г.2). При этом основные производители представляют из себя крупные холдинги (Приложение Г, таблица Г.3).

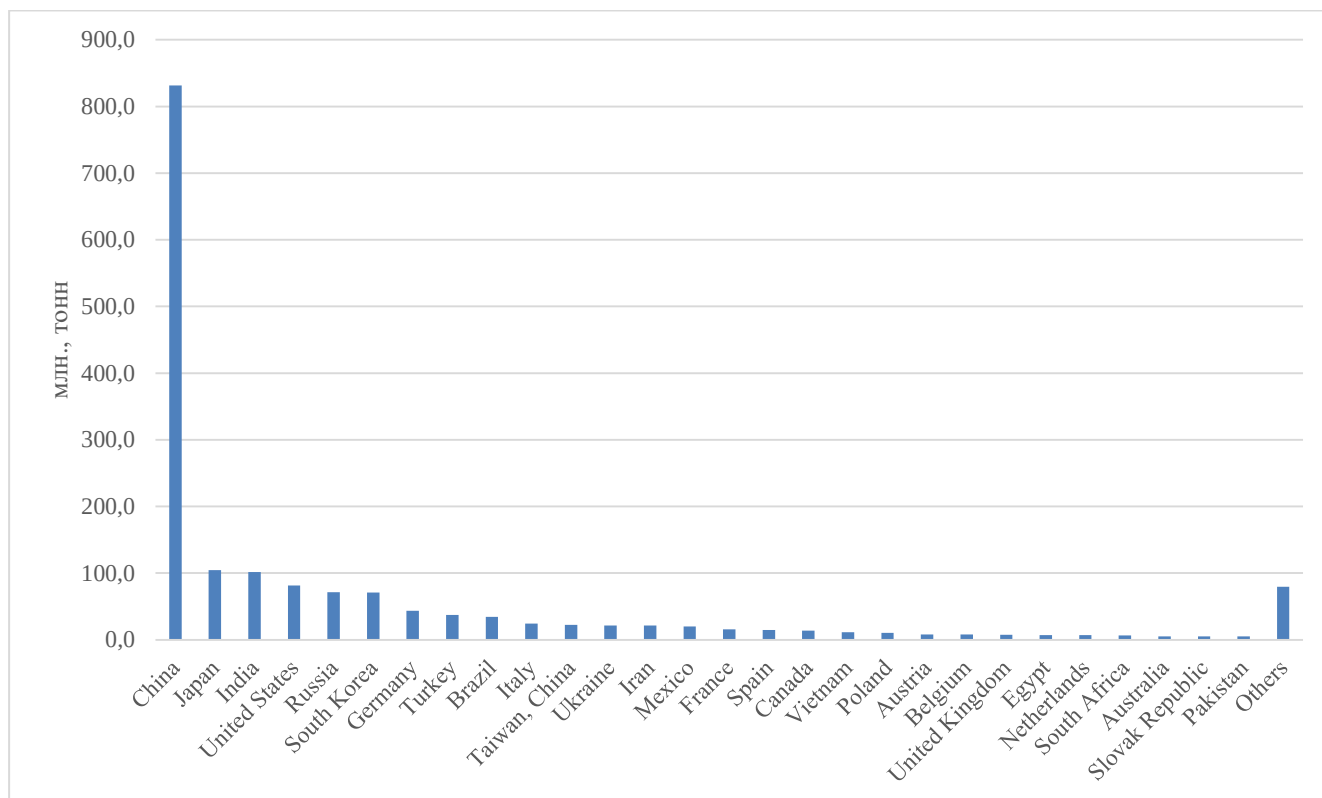


Рис. 5.2 – Производство стали (по странам) в 2018 году, млн. тонн

Состояние металлургической промышленности в России

Россия заняла 5-е место среди стран-производителей стали по объемам производства по итогам 2018 года. Совокупный объем производства составил 71,3 млн. тонн или около 5% от мирового производства. Большая часть производства сосредоточена в рамках 6 компаний: НЛМК, Евраз, Северсталь, ММК, Металлоинвест, Мечел.

Мировой экспорт в 2017 году составил 463 млн тонн, Россия занимает 4-е место среди экспортеров и занимает 7% мирового рынка [362]. То есть практически половина произведенной стали в России идет на экспорт.

В качестве факторов нестабильности для отечественных металлургических компаний можно отметить [362]:

1) внешние факторы:

- протекционизм;
- избыточные мощности и политика субсидирования неэффективных мощностей (по оценке экспертов в мире избыточных мощностей – около 600 млн тонн стали);

- высокая волатильность рынков, резкие колебания цен на сырье и продукцию;
- дефицит отдельных сырьевых категорий;

2) внутренние факторы:

- нестабильность налогового регулирования;
- опережающий рост тарифов естественных монополий темпами выше инфляционных.

Внедрение передовых инновационных технологий

В 2018 года компания «Делойт» в СНГ провела исследование «Обзор производственного сектора – 2018». В рамках данного исследования были опрошены представители металлургических и трубных компаний. Опрос показал важность следующих информационных систем и технологий для металлургической промышленности (рисунок 5.3).



Рис. 5.3 – Результаты опроса по внедрению инновационных технологий [363]

Средний объем инвестиций металлургических компаний, выделяемых на проведение НИОКР составляет порядка 10% от выручки. При этом потраченные средства расходуются по направлениям, отраженным в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Направления расходования средств для проведения инновационной деятельности

2017 г.	2018 г.	Направление
57%	76%	Приобретение передового оборудования и машин
43%	52%	Обучение и подготовка персонала
24%	43%	Цифровизация бизнес-процессов
33%	38%	Приобретение технологий
38%	38%	Проведение НИОКР
10%	24%	Приобретение прав на патенты, лицензии и т.д.

Из таблицы 5.1 видно, что наиболее популярными направлениями расходования средств являются «приобретение передового оборудования и машин» и «обучение и подготовка персонала», а не «приобретение технологий». Это свидетельствует о том, что российские компании часто не способны разрабатывать и осваивать новые технологии, а прибегают к закупкам готового оборудования. Это ставит их в зависимость от мировых центров передовых разработок.

Технологии производства стали

Сталь является одним из самых востребованных современных материалов. Большой ассортимент и номенклатура выпускаемых марок стали обуславливает существование множества производственных технологий. Тем не менее, к числу наиболее распространенных можно отнести:

- 1) мартеновский метод;
- 2) электросталеплавильный метод;
- 3) кислородно-конвертерный метод.

Рассматривая объемы производства в разрезе используемых технологий, можно сделать вывод, что мартеновский способ в настоящий момент фактически вытеснен кислородно-конвертерными и электросталеплавильными производствами (рисунок 5.4).

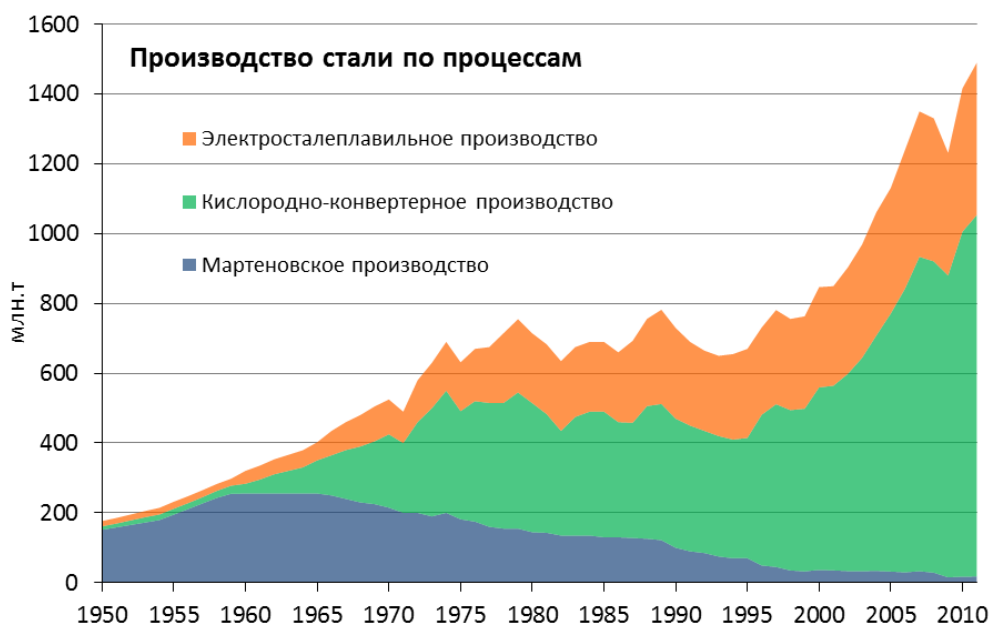


Рис. 5.4 – Динамика производства стали в мире в разрезе технологий [446]

Кислородно-конвертерное производство имеет меньший расход топлива и энергии и высокую производительность, в то время как электросталеплавильное производство отличается более высоким качеством и способностью выплавить любую марку стали. Также электрические печи имеют невысокий угар металла, в том числе дорогостоящих легирующих элементов, что важно при производстве высоколегированных, тугоплавких и жаропрочных марок.

Поэтому, несмотря на постоянное снижение удельного энергопотребления в процессе производства, связанное с совершенствованием технологий обслуживания печи, в современных условиях кислородно-конвертерное производство применяется для марок стали с низкими требованиями, а электропечи – для производства специальных и качественных марок стали. Применение дуплекс-метода, связанное с доведением стали в электропечах, полученной в конвертерах, широкое распространение не нашло.

Рассмотрим типовую схему производства стали (рисунок 5.5). Первоначальная стадия производства стали связана с производством чугуна в доменных печах, который в дальнейшем перерабатывается в сталь либо в конвертерах, либо в электропечах. В подавляющем большинстве случаев разливка стали идет в машинах непрерывного литья заготовок [149], после чего получают сортовой прокат.

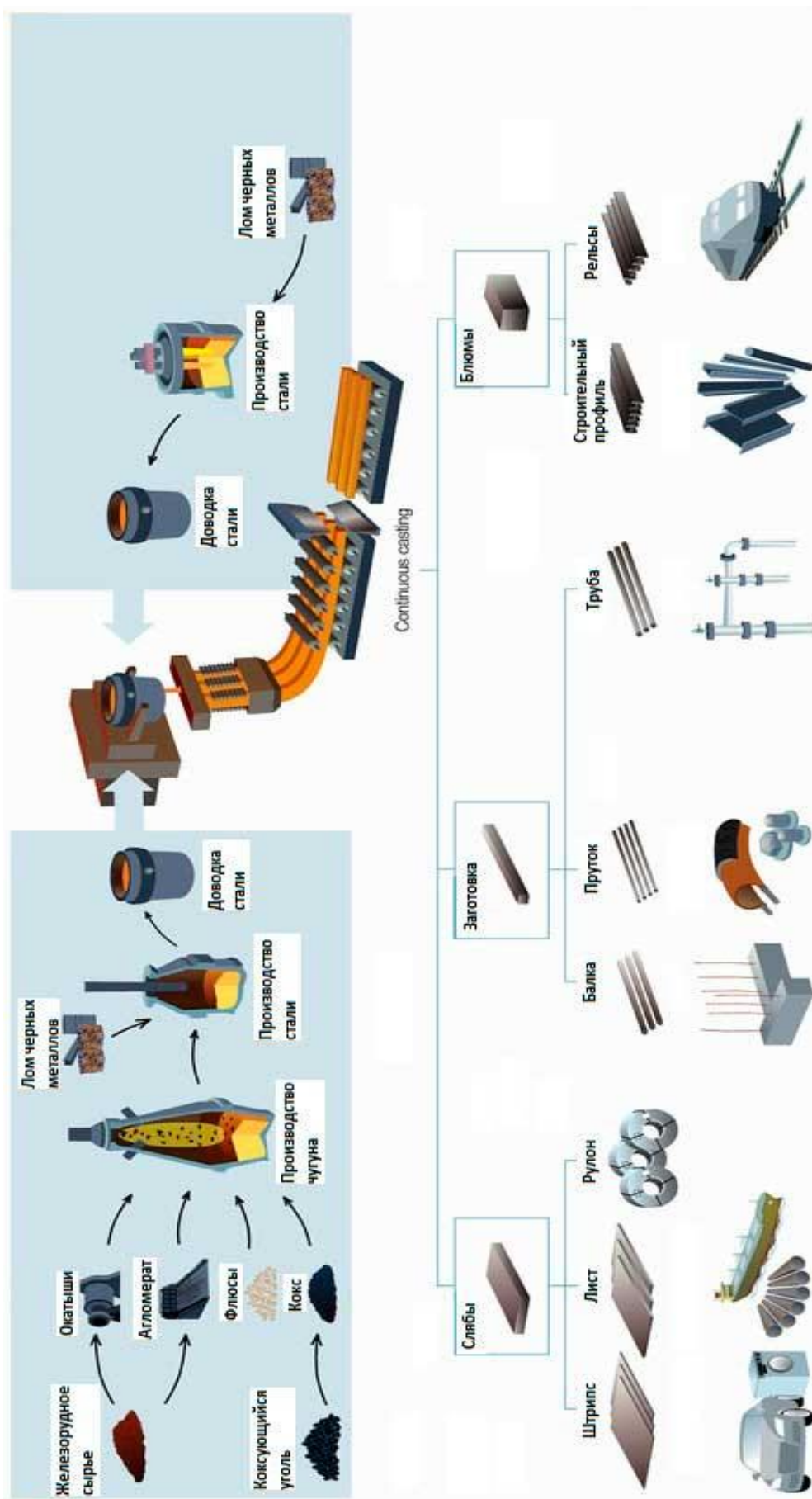


Рис. 5.5 – Типовая схема производства стали [446]

5.2 Необходимость разработки термодинамической модели плавки при реализации АСУ сталеплавильного агрегата

Недостатки существующих АСУ ТП сталеплавильных агрегатов

Повышение эффективности работы оборудования часто связано с необходимостью изучения физико-химических законов, лежащих в основе их функционирования. В случае таких сложных технологий, какой является технология получения стали, в частности, металлургическая плавка, одной из важнейших задач является задача прогнозирования качества конечного продукта. Без решения данной задачи невозможно построение эффективной системы управления.

Как было показано нами ранее (в п. 2.1), развитие информационных технологий и их внедрение в производство еще не означает повышения эффективности деятельности. Наряду с этим требуется адекватное развитие управленческих технологий.

Рассмотрим схему автоматизации управления плавкой, разработанную ЦНИИЧМ (рисунок 5.6) [116]. В предложенной схеме информация со всех датчиков и систем собирается на центральный пульт, где оператор принимает решение о корректирующих воздействиях.

При этом перед производством ставится задача:

- получение стали, шлака заданной температуры, состава и количества;
- обеспечение максимальной производительности и минимальных затрат.

Развитие средств автоматизации привело к тому, что количество собираемой информации резко увеличилось, что подчас приводит только к затруднению работы сталеваров. Из-за затруднений точного контроля отдельных параметров плавки (состав и массы шихтовых материалов, количество поданного кислорода, состав отходящих газов и т.п.), обычно плавка ведется в режиме постоянных проб металла и доведения его до требуемых параметров.

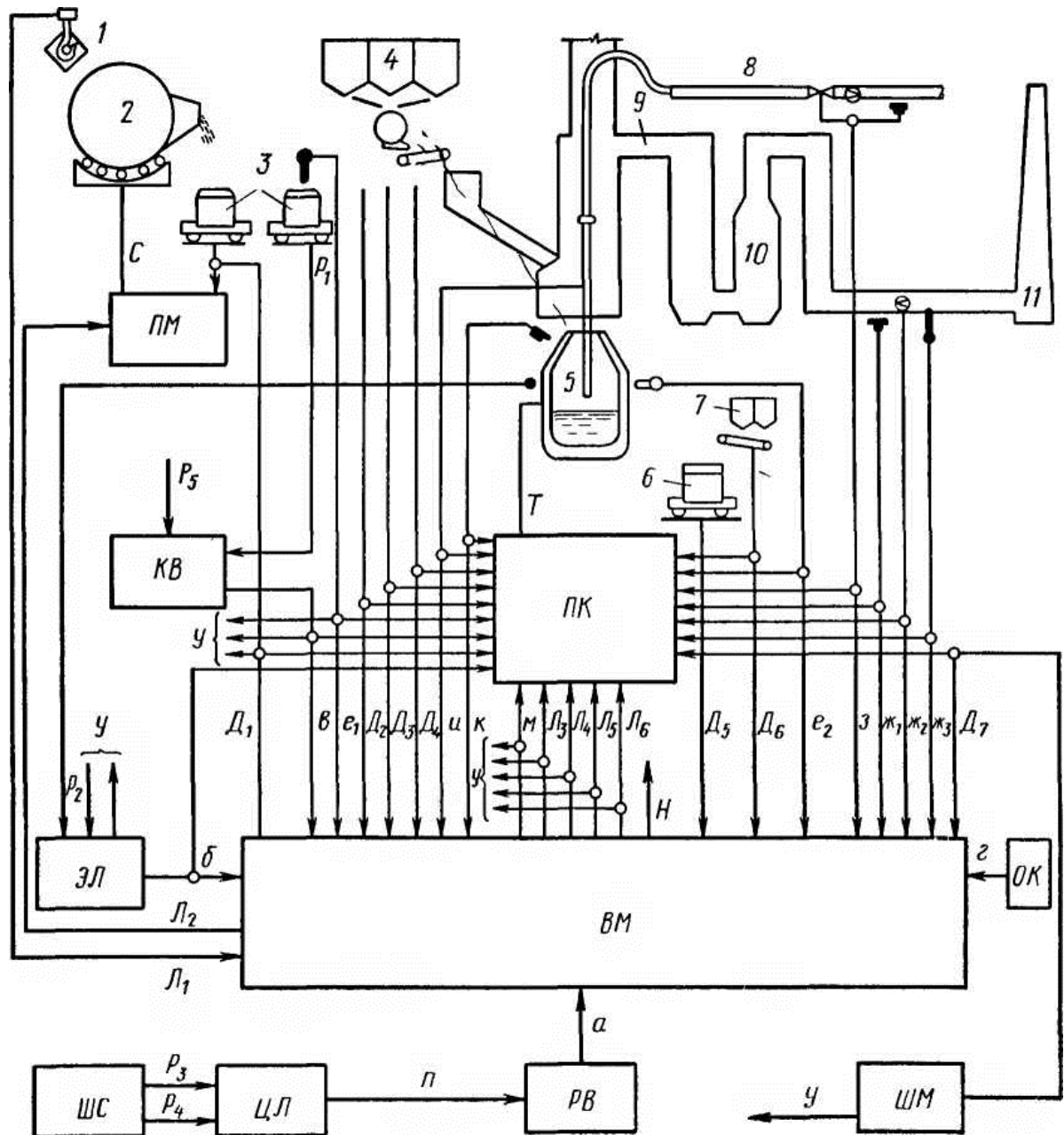


Рис. 5.6 – Схема автоматического управления конвертерной плавкой [116, 500]:

1 – заливочный ковш; 2 – миксер; 3 – чугуновозный ковш; 4 – бункера сыпучих материалов; 5 – конвертер; 6 – сталеразливочный ковш; 7 – бункера легирующих и раскислителей; 8 – кислородопровод; 9 – котел-утилизатор; 10 – газоочистка; 11 – дымовая труба; а – информация, вводимая в вычислительную машину ВМ вручную; б – информация, поступающая из экспресс-лаборатории ЭЛ (анализ стали); в – информация, поступающая из квантометрической КВ (анализ чугуна и стали после раскисления); г – информация общецехового контроля ОК (анализ чистого кислорода); Дх–Д7 – информация о массе: Дх – чугуна, Д2 – руды, Д3 – боксита, Д4 – извести, Д5 – стали, Д6 – раскислителей и легирующих, Д7 – скрапа: ех и е2 – информация о температуре: ех – чугуна, е2 – стали; жх–ж2 – информация об отходящих газах: жх – состав, ж2 – количество, ж3 – температура; з – данные о давлении, расходе и количестве CO_2 ; и – положение фурмы; к – излучение пламени над горловиной конвертера; Лх–Ла – рекомендации вычислительной машины в пост управления конвертером ПК и миксером ПМ о требуемом на плавку количестве: Лх, Л2 – чугуна, Л3 – руды, Л4 – извести, Л6 – раскислителей, Лв – легирующих; м – рекомендации о количестве кислорода на плавку; н – сведения о текущем содержании углерода в металле; п – данные, поступающие для введения вручную из центральной лаборатории ЦЛ (состав руды, извести и шлака); Рх – Р5 – данные о составе проб: Рх – чугуна, Р2 – стали, Р3 – руды, Р4 – извести, Р5 – стали после раскисления; С – положение миксера; Т – положение конвертера; у – передача информации остальным конвертерам; ШМ – шихтовой двор металлических материалов; ШС – шихтовой двор сыпучих материалов.

Существующие АСУ ТП работают либо на базе статических моделей, либо на базе динамических моделей. В случае статических моделей расчет работы печи ведется по балансовым уравнениям на основе данных о составе и количестве загружаемых материалов, такие модели на практике показывают низкую точность из-за большой вариабельности параметров в ходе плавки.

Динамические модели учитывают данные о текущем состоянии металла и вносят корректирующие воздействия в ходе плавки. Применение моделей данного типа затруднено отсутствием качественных датчиков, способных работать при высоких температурах.

Таким образом, в случае металлургической плавки, несмотря на хорошую автоматизацию, связанную с электрическими, тепловыми процессами, процессами подачи исходного сырья лимитирующим процессом, полной автоматизации сталеплавильного агрегата и пр., отсутствуют адекватные физико-химические модели, способные предсказать конечный результат плавки.

Постановка задачи моделирования плавки

Конечной целью любой плавки является получение определенного количества жидкого металла, заданного химического состава. Сам процесс выплавки стали состоит из ряда повторяющихся циклов, в частности расплавление, восстановление, раскисление, доводка и др.

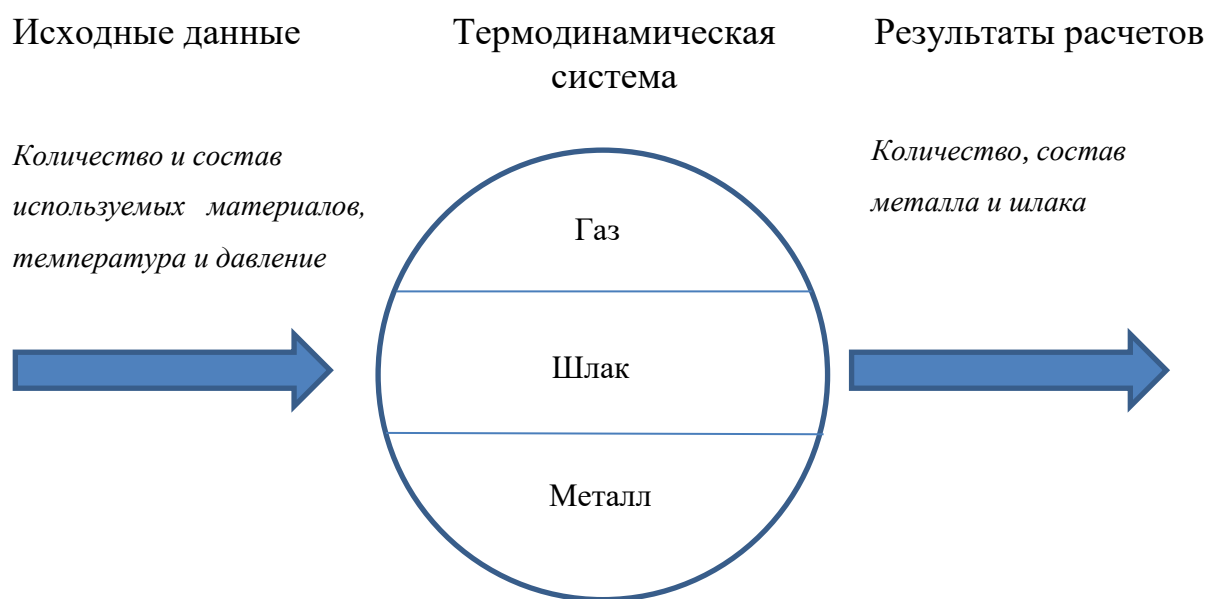


Рис. 5.7 – Схема термодинамического моделирования

Как показано на рисунке 5.7, в начале каждого металлургического цикла в печи находятся исходные компоненты, после протекания всех физико-химических процессов в ней остаются конечные продукты, т.е. плавка может описываться одним программным блоком, выполняющимся итерационно, который вычисляет и предсказывает конечные продукты плавки по известным исходным данным о температуре, давлении, а также количестве и составе материалов [476].

Рассмотрим систему, состоящую из шлака, металла и газовой фазы, находящуюся в термодинамическом равновесии, т.е. систему, в которой произошло выравнивание температуры и давления и всех возможных реакций. Такое допущение вполне корректно в случае металлургического процесса, так как он осуществляется при температурах выше 1600 °С и все реакции протекают с большими скоростями (во всяком случае быстрее, чем время плавки).

Свойства любой термодинамической системы описываются при помощи параметров состояния системы или термодинамическими переменными: давление (p), температура (T), объем (V), энтропия (S), энтальпия (H), внутренняя энергия (U), энергия Гиббса (G), энергия Гельмгольца (A) и т.д. [136]. Химический состав системы выражается при помощи концентраций (c_i), мольных долей (x_i) или чисел молей (n_i) индивидуальных веществ, образующих систему.

Все вещества в системе присутствуют в различных фазах (однородные по физическим и химическим свойствам части системы), которые могут быть либо газовыми, либо конденсированными. Компонентами каждой фазы являются индивидуальные вещества – молекулы, атомы и электроны [328].

Если пренебречь влиянием гравитационных и электромагнитных полей и сил поверхностного натяжения, т.е. единственным видом работы, совершаемой системой, будет работа на расширению, то обозначив: I_ϕ – множество индексов всех фаз системы; $I_{C\phi}$ – множество индексов всех конденсированных фаз системы, каждая из которых образована только одним веществом; I_T – множество индексов всех ве-

ществ, включенных в рассматриваемую систему; I_G – множество индексов газообразных веществ; I_C – множество индексов конденсированных веществ, образующих отдельные фазы; I_M – множество индексов конденсированных веществ, входящих в состав одного из растворов; I_{M1} – множество индексов конденсированных веществ, входящих в состав первого раствора; I_{M2} – множество индексов конденсированных веществ, входящих в состав второго раствора; n^G – суммарное число молей газообразных веществ; n^{M1} – число молей веществ в первом растворе; n^{M2} – число молей веществ во втором растворе, предполагая, что число веществ в системе равно N , число фаз – ϕ , а фаза с индексом 0 является газовой, можно систему уравнений, описывающих состояние системы [136].

Для каждой фазы системы:

$$p = f_p^\alpha(T, V_\alpha, \bar{n}^\alpha), \alpha \in I_\phi$$

или

$$V_\alpha = f_p^\alpha(T, p, \bar{n}^\alpha), \alpha \in I_\phi,$$

где V_α – объем фазы α , $\bar{n}^\alpha$ – вектор состава фазы α , компонентами которого являются числа молей веществ, образующих эту фазу.

Общий объем системы примем равным сумме объемов составляющих ее фаз:

$$V = \sum_{\alpha \in I_\phi} V_\alpha.$$

Согласно второму началу термодинамики в состоянии равновесия энтропия изолированной системы максимальна. Поэтому предположив, что за время протекания плавки система приходит в состояние термодинамического равновесия, задача отыскания конечного химического состава будет сведена к экстремальной задаче отыскания состава системы при котором достигается максимум энтропии:

$$S(U, V, \bar{n}^\alpha) \Rightarrow \max,$$

при соблюдении следующих ограничений:

- условия замкнутости (уравнение материального баланса):

$$\sum_{i \in I_T} a'_{ji} n_i = b', j = \overline{1, m},$$

- условия электронейтральности:

$$\sum_{i \in I_T} a''_{ei} n_i = 0,$$

- условий механической и термической изолированности:

$$dV = 0, dU = 0,$$

- условия неотрицательности чисел молей веществ:

$$n_i \geq 0, i \in I_T,$$

где $\bar{n}$ – вектор состава, компонентами которого являются значения $n_i, i \in I_T, m$ – число элементов в системе, N – общее число веществ, образующих систему, a'_{ji} – количество атомов j -го элемента в i -м веществе, b'_j – содержание j -го элемента в системе, a''_{ei} – кратность ионизации вещества i .

Более подробно постановку задачи термодинамического моделирования можно найти в [137, 138, 136].

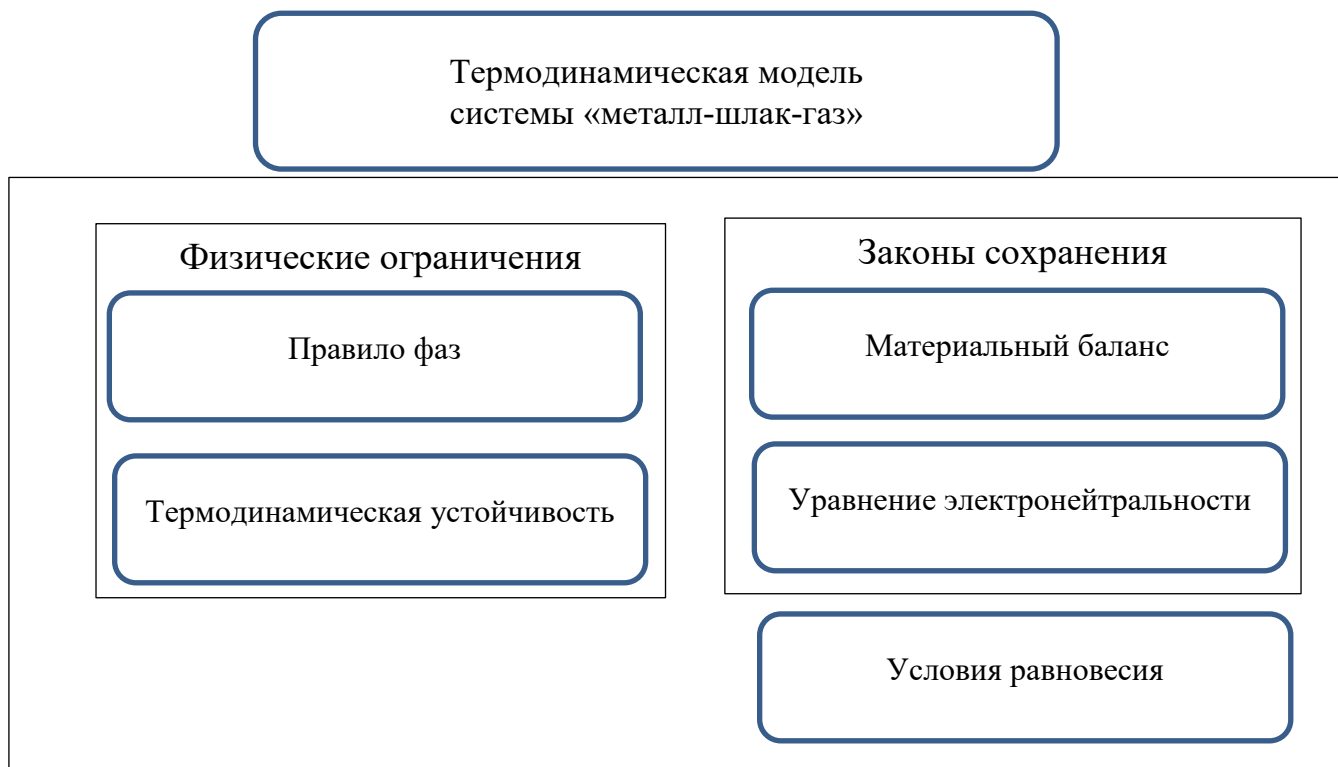


Рис. 5.8 – Структура термодинамической модели системы «металл-шлак-газ»

В настоящее время, поставленная задача решается при помощи метода неопределенных множителей Лагранжа, сведением к решению системы нелинейных уравнений и неравенств.

Таким образом, математическая задача отыскания равновесного состояния термодинамической системы может быть поставлена и решена. Затруднения состоят в определении теоретических уравнений состояния отдельных фаз. Такие уравнения получены для простых случаев, например, для газовой фазы, для конденсированных фаз. В частности, для расплавов существует множество моделей, в рамках которых устанавливаются уравнения состояния.

Модели (теории) растворов, используемые при термодинамическом моделировании

В рамках различных моделей будут рассматриваться формулы для активностей компонентов расплава a_i , все остальные термодинамические свойства металлургических растворов (расплавов и шлаков) могут быть определены, согласно известным формулам (5.1) [476], таким образом функциональная зависимость для активностей компонентов позволяет получить полную термодинамическую информацию о системе:

$$\left\{ \begin{array}{l} S_i^m = -R \left[T \left(\frac{\partial \ln a_i}{\partial T} \right)_p + \ln a_i \right]; \\ H_i^m = -RT^2 \left(\frac{\partial \ln a_i}{\partial T} \right)_p; \\ G_i^m = H_i^m - TS_i^m = RT \ln a_i; \\ S^m = \sum_{i=1}^k S_i^m x_i; \\ H^m = \sum_{i=1}^k H_i^m x_i; \\ G^m = H^m - TS^m. \end{array} \right. \quad (5.1)$$

Теоретически можно получить требуемые зависимости только на базе законов статистической физики и квантовой механики. В настоящее время решения, полученные таким образом описывают взаимодействие только небольшого количества

атомов или молекул, далее требуемые вычислительные мощности резко возрастают и на практике такие модели не используются. Вместо этого прибегают к моделям, построенным на базе каких-либо допущений, позволяющих получить простые зависимости между переменными.

Наиболее популярными являются модели, которые строятся на предположении о известной структуре расплава и характере взаимодействия между его компонентами. Такой подход позволил получить ряд удобных математических моделей для описания термодинамических свойств металлургических расплавов [476]:

- модель бесконечно разбавленных растворов,
- модель регулярных растворов,
- модель атермальных растворов,
- модель субрегулярных растворов,
- модель квазирегулярных растворов,
- модель квазихимических растворов,
- квазикристаллическая теория,
- модель регулярных ионных растворов,
- модель раствора как фазы, имеющей коллективную электронную систему,
- полимерная модель,
- квазихимическое приближение в модели строго регулярных растворов,
- метод параметров взаимодействия Вагнера.

Идеальный раствор

Модель идеального раствора применима для описания смеси компонентов, близких по физико-химическим свойствам, например, смесь изотопов одного и того же химического элемента, в рамках данной модели V^m и H^m равны нулю, $S_i^m = -R \ln x_i$ и $S^m = -R \sum \ln x_i$. Все остальные термодинамические свойства определяются через соотношение (5.1), где $a_i = x_i$.

На практике не существует расплавов, строго следующих законам идеального раствора [304].

Бесконечно разбавленный раствор

В разбавленном растворе концентрация растворенного вещества стремится к нулю и взаимодействием между частицами разбавленного вещества можно пренебречь. При концентрации компонентов до 1%, по массе некоторые металлургические расплавы могут рассматриваться как разбавленные растворы [273].

В рамках модели разбавленных растворов, активности равны концентрациям. Трудность заключается в том, что параметры теории разбавленных растворов, определяются экспериментально (ΔH_i^m). Все остальные свойства – по соотношениям (5.1).

Регулярные растворы

Термин «регулярный раствор» был введен Гильдебрандом в 1929 году [180]. По Гильдебранду, образование регулярного раствора, путем смешения чистых компонентов, сопровождается выделением или поглощением теплоты, в отличие от идеального.

В.А. Кожеуровым [272, 273] была предложена формула, определяющая концентрационную и температурную зависимость коэффициента активности l -го компонента многокомпонентного регулярного раствора с произвольным числом компонентов k :

$$RT \ln \gamma_l = \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq l}}^k Q_{li} x_i - \sum_{i=1}^{k-1} \sum_{j=i+1}^k Q_{ij} x_i x_j, \quad (5.2)$$

где Q_{ij} – коэффициенты, определяемые из массива опытных данных (энергии смешения), общее количество коэффициентов Q_{ij} равно $k(k-1) / 2$,

Таким образом, уравнения (5.2), совместно с уравнением $S_i^m = -R \ln x_i$ и общими соотношениями (5.1), достаточно для определения всех термодинамических свойств регулярного раствора.

Атермальные растворы

Атермальные растворы представляют большую группу моделей, в которых предполагается, что теплота смешения компонентов равна нулю как и у модели

идеальных растворов, в отличие от которых «неидеальность» проявляется через наличие избыточной энтропии смешения [181].

Субрегулярные растворы

Из модели регулярных растворов для бинарных растворов следует симметрия интегральных молярных свойств относительно линии $x_1 = x_2 = 0,5$, так как энергия смешения представляется в виде линейной комбинации:

$$Q = ax_1 + bx_2, \quad (5.3)$$

где a и b – предельные энтальпии растворения компонентов 2 и 1, а энтропия смешения идеальная, тогда как реальные расплавы характеризуются асимметрией свойств.

Модель субрегулярных растворов, предполагает наличие в растворе, кроме связей компонентов типа А–В, еще и сочетаний типа A_2B и AB_2 . Приняв энтальпию $H^m = Qx_1x_2$, $x_1 + x_2 = 1$ и $q = b - a$, выражение (5.3) приводят к виду:

$$H^m = (a + qx_2)x_1x_2, \quad (5.4)$$

а в расплавах с произвольным числом компонентов:

$$g^e = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^k \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^k \left[W_{ij} + (W_{ij} - W_{ji})x_j \right] x_i x_j. \quad (5.5)$$

Умножив выражение (5.5) на общее число молей и продифференцировав результат по числу молей конкретного компонента можно получить выражение для коэффициента активности [476]:

$$RT \ln \gamma_i = \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^k \left[\frac{W_{il} + W_{li}}{2} + (W_{il} - W_{li}) \frac{x_l - x_i}{2} \right] - \sum_{i=1}^k \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^k \left[\frac{W_{ij}}{2} + (W_{ij} - W_{ji})x_j \right] x_i x_j. \quad (5.6)$$

Коэффициенты W_{ij} определяют по экспериментальным данным для бинарных систем.

Модель субрегулярных растворов позволяет описывать системы со знакопеременными отклонениями G^m от значений этой величины для совершенного рас-

твор, например, MeO-SiO_2 , обладающих слабыми межчастичными взаимодействиями. В то время как для систем с сильным межчастичным взаимодействием, например, Fe-Si , Co-Si , Ni-Si и др. модель дает большие погрешности.

Модель квазирегулярных растворов

Согласно формулам модели регулярных растворов энергия смешения составляет $G^e = Q_{12}x_1x_2$. Однако в ряде экспериментов значения G^e по модулю оказываются меньше, вычисленных по этой формуле. Для достижения согласия с экспериментом было предложено величину G^e рассчитывать по формуле:

$$G^e = (Q_{12} - aT)x_1x_2, \quad (5.7)$$

полагая тем самым линейную зависимость энергии смешения от температуры [392].

Поскольку $G^e = H^e - TS^e$ и $H^e = H^m = Q_{12}x_1x_2$, то из уравнения (5.7) следует, что $S^e = ax_1x_2$, т.е. в модели «квазирегулярный раствор» энтропия смешения отличается от идеальной.

Можно говорить о том, что модель субрегулярных растворов представляет экспериментально определяемый ряд по концентрации, а теория квазирегулярных растворов – экспериментально определяемый ряд по концентрации и температуре.

Квазихимическая модель растворов

Квазихимическая модель растворов рассматривает равновесия «реакции» образования связей А–В из одноименных А–А и В–В, что приводит к следующей зависимости энтальпии смешения:

$$H^m = 2Q_{12}x_1x_2 / (1 + !), \quad (5.8)$$

где

$$! = \left[1 + 4x_1x_2 \left(\exp \frac{2Q_{12}}{zRT} - 1 \right) \right]^2. \quad (5.9)$$

Большим преимуществом квазихимической модели является то, что в ее формулы входят только параметры бинарных взаимодействий (энергия смешения – Q_{12}), которые могут быть получены из простых экспериментов. Практика показала,

что модель применима лишь для некоторых простых систем и на ее основе возможны, как правило, заключения только качественного характера [476].

Квазикристаллическая модель

В рамках квазикристаллической модели предполагается, что металлы образуют с растворителем раствор замещения, а неметаллы – раствор внедрения, т.е. раствор имеет «квазикристаллическую» структуру. Общая энергия такого раствора определяется совокупной энергией парных взаимодействий и не зависит от состава и температуры [476]:

$$RT \ln f_l = \frac{2 \sum_{i=2}^k x_i E_{il}}{1 - \sum_{i=2}^k x_i} - RT \ln \left(1 - 2 \sum_{i=2}^k x_i \right). \quad (5.10)$$

где E_{il} – энергии парных взаимодействий (определяются из опытных данных).

Несмотря на то, что квазикристаллическая модель удовлетворительно описывает растворы неметаллов в железе, при больших концентрациях примесей данная модель дает большие отклонения расчетных от опытных данных.

Модель регулярных ионных растворов

Модель регулярных ионных растворов пытается учесть существование компонентов расплавов в ионизированном виде. Наиболее распространенной моделью является модель растворов с общим анионом без учета ближнего порядка [273]:

$$RT \ln \gamma_l = \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq l}}^N Q_{li} x_i - \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N Q_{ij} x_i x_j, \quad (5.11),$$

где x_i – ионная доля катионов сорта i ; $Q_{ij} = \varepsilon_{ij} + \varepsilon_{ji} - \varepsilon_{ii} - \varepsilon_{jj}$ – параметр модели, энергия смешения; ε_{ij} – энергия связей катиона сорта i с ближайшими анионами, когда в следующем за ними катионном слое находятся только катионы сорта j .

Учет ближнего порядка приводит к следующему выражению для коэффициента активности:

$$RT \ln \gamma_l = \frac{z}{2} \ln \frac{\bar{X}_{ii}}{x_i^2}, \quad (5.12)$$

где z – координационное число; $\bar{X}_{ii}$ – среднее число пар частиц сорта $i-j$, определяемое из системы уравнений:

$$\bar{X}_{ii} \bar{X}_{jj} = \bar{X}_{ij}^2 \exp \frac{2Q_{ij}}{zRT}, \sum_{j=1}^N \bar{X}_{ij} = x_i, \bar{X}_{ij} = \bar{X}_{ji}. \quad (5.13)$$

Учет влияния ионов, не являющихся ближайшими соседями в первом приближении (учет только парных взаимодействий), приводит к аналогичному виду зависимости:

$$RT \ln \gamma_l = \frac{1}{2} \sum_{r=1}^2 z(r) \ln \frac{\bar{X}_{ii}(r)}{x_i^2}, \quad (5.14)$$

где $z(1)$ и $z(2)$ – координационные числа 1-й и 2-й координационных сфер; величины $\bar{X}_{ij}(r)$ рассчитываются из (5.13) с конкретным значением энергии смещения Q_{ij} [476].

Модель раствора как фазы, имеющей коллективную электронную систему

Энтропию любой фазы расплава можно представить в виде суммы электронной и ядерной составляющих:

$$S = S_{яд} + S_{эл}. \quad (5.15)$$

При этом химический потенциал, характеризующий скорость изменения по концентрации энергии Гиббса определится как:

$$\mu_i = \frac{\partial G}{\partial n_i} = \bar{H}_i - T \bar{S}_{i,яд} - T \left(\frac{\partial S_{i,эл}}{\partial n_i} \right)_{P,T,n_j} \quad (5.16)$$

Последний член в выражении (5.16) может быть представлен в виде:

$$-T \frac{\partial S_{i,эл}}{\partial n_i} = -T \left(\frac{\partial S_{i,эл}}{\partial n_e} \right)_{P,T,n_j} \left(\frac{\partial n_e}{\partial n_i} \right)_{P,T,n_j} = \mu \mathcal{E}_i, \quad (5.17)$$

где μ – парциальная свободная энергия электронов (уровень Ферми); $\mathcal{E}_i$ – валентность или, точнее, степень окисления элемента i в фазе (среднее число электронов,

отдаваемое атомом i при введении его в фазу):

$$\varepsilon_i = \frac{\partial n_e}{\partial n_i} = Z_i = \frac{1}{n_i} \int_0^\infty N_i(E) f(E) dE, \quad (5.18)$$

где Z_i – полное число электронов в свободном атоме i ; $N_i(E)$ – плотность состояний, связанных с атомами сорта i в фазе; $f(E)$ – функция Ферми-Дирака [476].

Выражение для химического потенциала элемента в оксидной фазе $\mu_{(i)}$ имеет вид:

$$\mu_{(i)} = \mu_{(i)}^0 + RT \ln x_{(i)} \gamma_{(i)} + \varepsilon_i \mu_i. \quad (5.19)$$

Величина коэффициента активности $\gamma_{(i)}$ определяется выражением:

$$\ln \gamma_{(i)} = -\frac{\kappa_i}{RT} - \frac{P}{RT} \ln \frac{P}{e\kappa_i} - \ln \sum_{j=1}^k \frac{x_{(j)} e_{ij}}{\sum_{m=1}^k x_{(m)} e_{mj}} + 1, \quad (5.20)$$

где x_i – мольная доля; k – число атомов разного сорта; $P = \prod_{i=1}^k \kappa_i^{x_{(i)}}$;

$e_{ij} = \exp(-\varepsilon_{ij} / RT)$ – фактор Больцмана; $\varepsilon_{ij} = (\sqrt{\kappa_i} - \sqrt{\kappa_j})^2$ – энергия смещения; κ_i – параметр модели, атомный потенциал.

В модели раствора, как фазы имеющей коллективную электронную систему, в качестве компонентов используются элементы Периодической системы Д.И. Менделеева, что резко упрощает описательную задачу и не требует предположение о наличии химических соединений и реакциях, протекающих в расплаве.

Условием достижения термодинамического равновесия, является равенство химических потенциалов:

$$\mu_i^\alpha = \mu_i^\beta = \mu_i^\gamma \dots, i = \overline{1, k}.$$

Полимерная модель

В рамках полимерной модели делается предположения о наличии в расплаве полимерных цепочек анионов. Например, в модели В.К. Новикова [355] при рассмотрении расплава MeO-SiO_2 , активности оксидов MeO и SiO_2 определяются по выражениями:

$$a_{\text{MeO}} = N_1 = \frac{1 - N(3 - \alpha_{2,4})}{1 - N(2 - \alpha_{2,4})}, a_{\text{SiO}_2} = K_n N_2 / N_1^2, \quad (5.21)$$

где N_1, N_2 – ионные доли «свободных» ионов кислорода и мономера MeO и SiO_4^{4-} , соответственно; $\alpha_{2,4}$ – степень полимеризации, учитывающая наличие би- и тетрафункциональных групп в расплаве; N – мольная доля SiO_2 .

Величина $\alpha_{2,4}$ связана с K_n следующим выражением [476]:

$$K_n = \frac{\alpha_{2,4}(1 - N(3 - 2\alpha_{2,4}))}{N(1 - \alpha_{2,4})^2}, \quad (5.22)$$

$$\frac{N_2}{(1-x)(1-y)} = 1 - N_1, x = K_n \frac{N_2}{N_1}, y = \frac{x^2}{N_2}. \quad (5.23)$$

Зная K_n , можно из уравнения (5.22) определить $\alpha_{2,4}$, а следовательно, и N_2 из (5.23).

Квазихимическое приближение в модели строго регулярных растворов

В квазихимическом приближении в модели строго регулярных растворов предполагается равенство энергии взаимодействия катионов сорта i с j ($\varepsilon_{ij} = \varepsilon_{ji}$).

Выражение для коэффициента активности тогда принимает вид:

$$RT \ln \gamma_i = \frac{1}{2} \sum_{r=1}^{N_r} z(r) \left[2 \ln \frac{X_i(r)}{x_i} + \frac{\varepsilon_{ii}(r)}{RT} \right]. \quad (5.24)$$

Здесь N_r – число рассматриваемых катионных сфер; $z(r)$ – число соседей на расстоянии r ; $X_i(r)$ определяются из условия:

$$X_i(r) \sum_{j=1}^N X_j(r) \exp \frac{\varepsilon_{ij}(r)}{RT} = x_i, \quad i = \overline{1, k}; \quad r = \overline{1, N_r}, \quad (5.25)$$

а величины $\varepsilon_{ii}(r)$ удовлетворяют условию

$$\omega_{ij}(r) = \varepsilon_{ii}(r) + \varepsilon_{jj}(r) - 2\varepsilon_{ij}(r), \quad (5.26)$$

где $\omega_{ij}(r)$ – параметр модели, энергия взаимообмена катионов i и j на расстоянии r .

Метод параметров взаимодействия Вагнера

Идея метода Вагнера заключается в разложении соответствующей парциальной избыточной термодинамической функции смешения (ΔG_i^e , ΔH_i , ΔS_i^e) в степенной ряд Тейлора по концентрациям компонентов и обратной температуре около точки, отвечающей чистому растворителю. Если за стандартное состояние принять чистый компонент i , то для избыточной свободной энергии, точнее для $\ln \gamma_i = \Delta G_i^e / RT$ при постоянных температуре и давлении получим:

$$\ln \gamma_i = \ln \gamma_i^0 + \sum_{j=2}^n \frac{\partial \ln \gamma_i}{\partial x_j} x_j + \frac{1}{2} \sum_{j=2}^n \frac{\partial^2 \ln \gamma_i}{\partial x_j^2} x_j^2 + \sum_{j=2}^{n-1} \sum_{k=j+1}^n \frac{\partial^2 \ln \gamma_i}{\partial x_j \partial x_k} x_j x_k + \dots \quad (5.27)$$

Входящие в уравнение частные производные называют параметрами взаимодействия и обозначают соответственно ε_i^j , ρ_i^j и $\rho_i^{j,k}$. С учетом этих обозначений выражение (5.27) преобразуется следующим образом:

$$\ln \gamma_i = \ln \gamma_i^0 + \sum_{j=2}^n \varepsilon_i^j x_j + \frac{1}{2} \sum_{j=2}^n \rho_i^j x_j^2 + \sum_{j=2}^{n-1} \sum_{k=j+1}^n \rho_i^{j,k} x_j x_k + \dots \quad (5.28)$$

Во многих случаях удобнее принять за стандартное состояние однопроцентный идеальный разбавленный раствор компонента i в растворителе 1. При этом разложение $\ln f_i = \Delta G_i^e / \ln 10 RT$ будет иметь вид:

$$\ln f_i = \sum_{j=2}^n e_i^j [j] + \frac{1}{2} \sum_{j=2}^n r_i^j [j]^2 + \sum_{j=2}^{n-1} \sum_{k=j+1}^n r_i^{j,k} [j][k] + \dots, \quad (5.29)$$

где e_i^j , r_i^j , $r_i^{j,k}$ – соответствующие частные производные десятичного логарифма коэффициента активности компонента i по массовым процентным концентрациям остальных растворенных веществ.

Требования к программному обеспечению при реализации АСУ сталеплавильного агрегата, на примере конвертера

Возможные эффекты внедрения АСУ ТП:

- снижение себестоимости производимой стали и повышения производительности;
- получение продукта высокого (заданного) качества, характеризующегося

низким содержанием вредных примесей (серы, фосфора, кислорода) и высокими эксплуатационными свойствами;

- повышение управляемости и стабилизацию процессов выплавки металла;
- создание условий для согласованной работы отдельных агрегатов в сквозной металлургической цепочке (конвертер – внепечная обработка – МНЛЗ).

- снижение себестоимости производимой стали за счет снижения расхода кислорода, расхода легирующих, раскислителей, шлакообразующих материалов, удельного расхода огнеупоров, повышения производительности агрегата.

Для обеспечения управления плавкой в максимально автоматизированном режиме в АСУ ТП должны быть реализованы следующие технологические функции:

- расчет текущего химического состава металла и шлака по ходу плавки;
- расчет текущей температуры металла по ходу плавки;
- определение оптимального количества легирующих, шлакообразующих и раскислителей, времени их отдачи; выдача соответствующих команд в систему управления отдачей сыпучих, а также дублирование этих команд в окне визуализации процесса выплавки;

- автоматическая привязка системы к данным химического анализа проб и замеров температуры металла;

- автоматическая проверка адекватности замеров.

АСУ ТП должно включать следующие базы данных:

- справочные данные о физических константах;
- справочные данные по материалам;
- справочные данные по выплавляемым маркам стали (технологические карты);
- справочные данные по оборудованию.

5.3 Перспективные направления улучшения технологии получения стали

Современная схема производства стали сложилась еще в начале XX века и представляет собой последовательные этапы, связанные с подготовкой сырья, производства чугуна в доменных печах, передел чугуна в сталь (рисунок 5.9). К преимуществам данной схемы процесса можно отнести высокую производительность, а также возможность получения различных марок стали из любого металлсодержащего сырья.

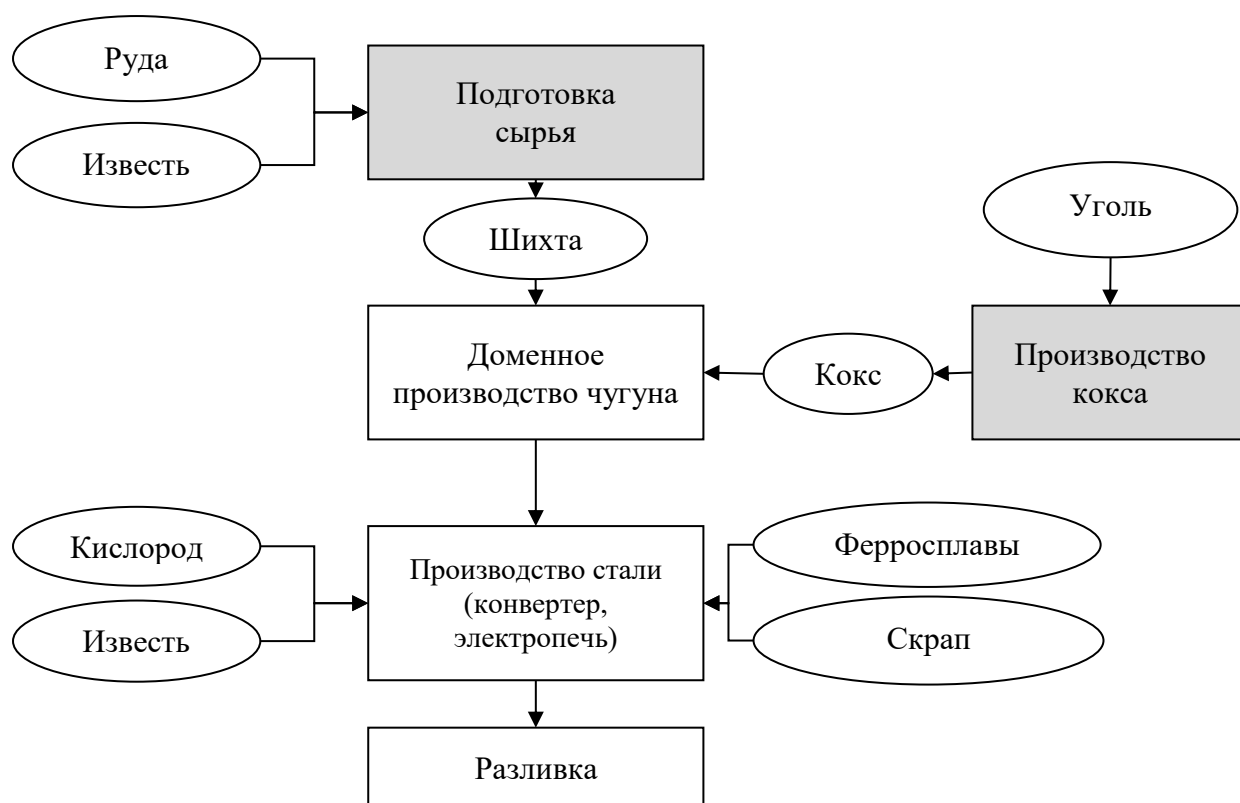


Рис. 5.9 – Схема производства стали

Рассматривая процесс производства стали как сложную систему, попробуем применить к ней законы развития технических систем, с целью прогнозирования дальнейшего направления развития технологий в отрасли.

В конечном результате, любая сложная система стремится к повышению степени идеальности (отношение функциональности системы к затратам). Повышение идеальности современного способа производства стали может быть достигнуто за счет отказа от части вспомогательных этапов (см. рисунок 5.9), например:

- 1) отказ от использования кокса,
- 2) отказ от использования окускованной железосодержащей шихты.

Первое направление в настоящий момент представлено технологиями, связанными с заменой кокса углем в виде пылеугольной смеси (ПУТ-технологии) [378]. При использовании ПУТ-технологий экономия достигается за счет использования более дешевого угля, вместо кокса. Кроме того, использование угля в дутье повышает температуру дутья, что тоже ведет к уменьшению расхода кокса. При снижении общего расхода кокса в отрасли, его качество должно возрасти, так как из использования будут выводиться неспекающиеся и слабоспекающиеся угли.

Второе направление связано с переходом от агломерации и получения окатышей [256], как двух наиболее распространенных способов окускования шихты для доменного процесса, к технологиям, использующим накукованный железосодержащий материал [302].

Таким образом, в качестве перспективных направлений развития технологий производства стали можно выделить технологии прямого восстановления металла из руды, а также технологии использования пылеугольного топлива.

Выводы по главе 5

1. Материалы главы 5 о современном состоянии металлургической промышленности как в мире, так и в России, подтвердили общие тенденции промышленного производства, выявленные в главе 1.

2. В частности:

- основными производителями стали в мире являются крупные холдинги. Так, в России большая часть производства сосредоточена в рамках 6 компаний: НЛМК, Евраз, Северсталь, ММК, Металлоинвест, Мечел;

- в качестве факторов нестабильности для отечественных металлургических компаний можно отметить: протекционизм, избыточные мощности и политику субсидирования неэффективных мощностей, высокую волатильность рынков, резкие колебания цен на сырье и продукцию, дефицит отдельных сырьевых категорий;

- отечественные металлургические предприятия расходуют средства преимущественно на приобретение оборудования и машин, обучение и подготовку персонала, а также цифровизацию бизнес-процессов, в то время как разработка новых технологий и финансирование НИОКР осуществляются по остаточному принципу.

3. Показано, что несмотря на значительные успехи в области автоматизации вспомогательных процессов металлургического производства, связанных с электрическими, тепловыми процессами, процессами подачи исходного сырья, лимитирующим процессом полной автоматизации сталеплавильного агрегата выступает отсутствие адекватных физико-химических моделей, способных предсказывать конечный результат плавки. При этом математическая задача отыскания равновесного состояния термодинамической системы может быть поставлена и решена. Затруднения состоят в определении теоретических уравнений состояния отдельных фаз.

4. В диссертационной работе показано, что несмотря на то, что общий вид закономерностей в данных моделях выводится из теоретических соображений, что уже в своем роде является упрощением, параметры моделей формируются на базе статистической обработки экспериментальных данных. Все это приводит к плохой их работоспособности в случае изменения состава используемой шихты на предприятии. Потому дальнейшие успехи по автоматизации деятельности сталеплавильных агрегатов, связаны с построением адаптивных термодинамических моделей, с приемлемой точностью предсказывающих поведение компонентов металлургических расплавов.

5. При рассмотрении общей схемы производства стали были показаны возможные направления дальнейшего технологического развития. В частности, за счет внедрения технологий, связанных с заменой кокса углем, в виде пылеугольной смеси (ПУТ-технологии), а также к переходу к технологиям прямого восстановления металла.

6. Приведенные в главе 5 примеры наглядно демонстрируют целесообразность применения адаптивно-технологического подхода для управления промышленными предприятиями.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Диссертационное исследование, связанное с созданием методологии управления развитием промышленных предприятий и корпораций на основе адаптивно-технологического подхода, включающей базовую концепцию, модели и методы управления, организационно-методологические положения по внедрению и пр., позволило решить важную народно-хозяйственную проблему повышения эффективности деятельности производственных компаний.

Основные выводы и результаты заключаются в следующем:

1. Выполнен анализ используемых на практике подходов, концепций, а также мировых трендов в области управления развитием промышленных предприятий. Осуществлена оценка роли технологического развития в процессе управления современным промышленным предприятием. На основе представленных в главе 1 материалов сделан вывод о необходимости учета, в процессе подготовки принятия решений по стратегическому планированию, уровня совокупного технологического развития предприятия, как главного фактора обеспечения его конкурентоспособности и выживаемости.

2. Показано, что эффективность деятельности промышленных предприятия и корпораций в современных условиях, прежде всего, определяется сбалансированным развитием применяемых технологий. На основе данной идеи сформулирован новый адаптивно-технологический подход к управлению развитием промышленных предприятий и корпораций. Созданная в главе 2 концепция предложенного подхода строится на базе системного восприятия производственных компаний, как совокупности используемых ими технологий, подчиняющихся объективным законам и закономерностям развития систем.

3. Разработана иерархическая модель промышленного предприятия, в которой каждый уровень управления продуцирует систему связанных показателей (глава 3), на основе которых осуществляется формализация и постановка задачи управления для каждого из упомянутых уровней.

4. Показано применение моделей и методов на разных уровнях управления организации в рамках предложенного адаптивно-технологического подхода. Для оценки качества управления предложена модель зрелости управления организации, представляющая из себя последовательность из шести стадий развития методов и подходов управления, верхним уровнем данной модели является управление предприятием как совокупностью технологий на базе объективных закономерностей их развития.

5. В работе (глава 4) сформулирован набор организационно-методологических положений по применению адаптивно-технологического управления развитием промышленного предприятия. В этой связи рекомендован комплексный тип управления проектами по совершенствованию технологий, включающий методы и модели классического управления проектами для реализации крупных проектов, и методы и модели гибкого управления проектами для реализации малых проектов. Для целей повышения эффективности процесса управления развитием промышленного предприятия был разработан метод отбора технологий на базе теории нечетких множеств, учитывающий закономерности развития технологий.

6. Использование на практике адаптивно-технологического управления предприятием осуществляется посредством дополнения сложившейся структуры управления компанией специальным структурным подразделением – офисом управления проектами, задачами которого являются обеспечение деятельности в области управления крупными проектами, управления проектами по совершенствованию, имеющихся технологий, и управления рационализаторскими разработками.

7. По результатам диссертационного исследования (глава 5) были определены перспективные направления совершенствования производственной деятельности металлургических предприятий. Положения и разработки диссертационного исследования также внедрены в практику управления ряда отечественных промышленных предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Agile lands role in games and business software [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.theregister.co.uk/2008/02/28/agile_crossing_chasm
2. Agile Modeling [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.agilemodeling.com/>
3. Alavudeen, A. Computer integrated manufacturing / A. Alavudeen, N. Venkateshwaran. – Delhi: PHI Learning Pvt. Ltd., 2008. – 440 p.
4. Alexis, L. Enterprise Resource Planning / L. Alexis. – New Dehli: McGrawHill, 2008. – 370 p.
5. Bain, J.S. Relation of Profit Rate to Industry Concentration: American Manufacturing, 1936-1940 [Электронный ресурс] / J.S. Bain // Quarterly Journal of Economics. – 1951. – Vol. LXV. – № 3. – P. 293-324. – URL: <http://dx.doi.org/10.2307/1882217> (дата обращения 20.04.2019).
6. Baker, D. The Strategic Management of Technology / D. Baker. – Oxford: Chandos Publishing, 2004. – 305 с.
7. Baldwin, R. Trade and Industrialization after Globalization's 2nd Unbundling: How Building and Joining a Supply Chain are Different and Why it Matters [Электронный ресурс] / R. Baldwin // NBER Working Paper, 2011. – № 17716. – URL: <http://nber.org/papers/w17716> (дата обращения 20.04.2019).
8. Barro, R.J., Sala-i-Martin, X. Economic Growth. New York, McGraw-Hill, 1995, p. 641.
9. Beatty, R.C. ERP II: Best practices for successfully implementing an ERP upgrade / R.C. Beatty, C.D. Williams // Communications of the ACM. – 2006. – № 49 (3) – P. 105–109.
10. Becker, J. Developing Maturity Models for IT Management – A Procedure Model and its Application / J. Becker // Business & Information Systems Engineering (BISE). – 2009. – Vol. 1, № 3. – P. 213–222.
11. Bellman, R. Dynamic Programming / R. Bellman – Mineola, New York: Dover Publications, Inc., 2013. – 366 с.

12. Benedict, T. BPM CBOK Version 3.0: Guide to the Business Process Management Common Body Of Knowledge / T. Benedict, N. Bilodeau, P. Vitkus, E. Powell, D. Morrisa and more. – CreateSpace Independent Publishing Platform, 2013. – 446 p.
13. Bertalanffy, L. General System Theory / L. Bertalanffy. – New York: George Braziller, 1968. – 289 p.
14. Bertsekas, D.P. Dynamic Programming and Optimal Control / D.P. Bertsekas – Belmont, Massachusetts: Athena Scientific, 2012. – 1270 p.
15. Borgianni, Y. Towards the Fine-tuning of a Predictive Kano Model for Supporting Product and Service Design / Y. Borgianni, F. Rotini // Total Quality Management & Business Excellence. – 2013. – № 1. – P.1–21.
16. Brealey, R.A. Principles of Corporate Finance / R.A. Brealey, S.C. Myers. – The McGraw-Hill Companies, 2003. – 1061 p.
17. Bresis, E., Krugman, P., Tsiddon, D. Leapfrogging in International Competition: A Theory of Cycles in National Technological Leadership // The American Economic Review. – 1993. – vol. 83. – no. 5. – pp. 1211–1219.
18. Brian, A. The Nature of Technology: What It Is and How It Evolves / A. Brian – New York: Penguin, 2009. – 246 p.
19. Buaron R. New-Game Strategies // The McKinsey Quarterly. – 1981. – no. 1. – pp. 24–40.
20. Burkov, V.N. Smart Management Methods and Mechanisms of Industrial Enterprises and Organizations / V.N. Burkov, I.V. Burkova, Ya.D. Gelrud, O.V. Loginovskiy // Bulletin of SUSU. Series: «Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics». – 2016. – т. 16. – № 3, – P. 93–101. – DOI: 10.14529/ctcr160310.
21. Carhart, M.M. On Persistence in Mutual Fund Performance / M.M. Carhart // The Journal of Finance. – 1997. – № 52(1). – p. 57–82.
22. Chin, J. The Internet-of-Things: Reflections on the past, present and future from a user-centered and smart environment perspective / J. Chin, V. Callaghan, S. Ben Allouch // Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments. – 2019. – 11(1). – P. 45–69. – [10.3233/AIS-180506](https://doi.org/10.3233/AIS-180506).

23. Christensen, C.M. The Innovator's Dilemma / C.M. Christensen. – Boston: Harvard Business School Press, 1997. – 241 p.
24. CMMI for Services (CMMI SVC) Version 1.3. Software Engineering Institute, 2010. – 520 p. – URL: https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/technicalreport/2010_005_001_15290.pdf (дата обращения 24.04.2019).
25. Davis, R.C. The Fundamentals of Top Management / R.C. Davis. – New York: Harper And Brothers Publishers, 1951. – 856p. – URL: <https://archive.org/details/fundamentalsofto030299mbp> (дата обращения 24.04.2019).
26. Denardo, E.V. Dynamic Programming: Models and Applications / E.V. Denardo – Mineola, New York: Dover Publications, inc., 2012. – 240 p.
27. Dixit A., Pindyck R. Expandability, Reversibility, and Optimal Capacity Choice / A. Dixit, R. Pindyck // NBER Working Paper; Investment under Uncertainty. Princeton University Press, Princeton, N.J. – 1998. – No. 6373. – URL: <http://www.nber.org/papers/w6373> (дата обращения: 20.04.2019).
28. Dumas, M. Fundamentals of Business Process Management / M. Dumas, M. Rosa, J. Mendling, H. Reijers. – Berlin: Springer, 2018. – 527 p.
29. El'yanov, A. Globalizatsiya i dogonyayushchee razvitie [Globalization and catching-up development] // Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya = World Economy and International Relations. – 2004. – no. 1. – pp. 3–15.
30. Fama, E.F. Common risk factors in the returns on stocks and bonds / E.F. Fama, K.R. French // Journal of Financial Economics. – 1993. – № 33. – p. 3–56.
31. Fisher, D. The Business Process Maturity Model – A Practical Approach for Identifying Opportunities for Optimization / D. Fisher // BPTrends, – 2004. – № 10. – P. 1–7. – URL: <https://www.bptrends.com/bpt/wp-content/publicationfiles/10-04%20ART%20BP%20Maturity%20Model%20-%20Fisher.pdf> (дата обращения 25.04.2019).
32. Flatto J. Using Real Options in Project Evaluation / Written for Resource, published by LOMA (Life Office Management Association) Online Working Paper, 1996.

33. Forrester, J.W. New Perspectives on Economic Growth. Alternatives to Growth // A Search for Sustainable Futures / Ed. by D. L. Meadows – Cambridge, MA: Ballinger, 1977. – P. 107–121.
34. Fraser, J., Simkins, B. Enterprise risk management: today's leading research and best practices for tomorrow's executives / J. Fraser, B. Simkins // John Wiley & Sons, Inc., 2010. – 577 p.
35. Gamba A., Trigeorgis L. A Modular Approach to a Capital Budgeting Problems with many Real Options. Working Paper, 2002.
36. Gartner Hype Cycle [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.gartner.com/technology/research/methodologies/hype-cycle.jsp>
37. Gelrud, Ya.D. Mathematical Models of Replacement and Wearing of Equipment / Ya.D. Gelrud, A.V. Gollay // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2018. – Т. 18, № 2. – С. 121–130. DOI: 10.14529/ctcr180212.
38. Getting Real. The smarter, faster, easier way to build a successful web application [Электронный ресурс]. – URL: <https://basecamp.com/about/books/Getting%20Real.pdf> (дата обращения 28.04.2019).
39. Gilchrist, A. Industry 4.0: The Industrial Internet of Things / A. Gilchrist. – New York: Apress, 2016. – 250 p.
40. Gluck F.W. Strategic Choice and Resource Allocation. The McKinsey Quarterly. – 1980. – no. 1. – pp. 22–43.
41. Gollay I.N. Priority Areas of Analysis of the External Environment of a Company-Innovator Depending on a Type of Introduced Innovations / I.N. Gollay, A.V. Gollay, T.A. Shindina, E.N. Salimonenko, A.D. Chuvashova // Polish Journal of Management Studies. – 2016. – Vol. 13. – № 2. – P. 58–68. DOI: 10.17512/pjms.2016.13.2.06
42. Gollay, A.V. Managerial Decision-Making Model Taking into Account Technological Development of the Enterprise / A.V. Gollay, O.V. Loginovskiy // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2017. – Т. 17, № 4. – С. 142–145. DOI: 10.14529/ctcr170415

43. Gollay, A.V. Method of selecting technologies of a manufacturing enterprise to carry out projects on their improvement on the basis of the theory of fuzzy sets / A.V. Gollay, O.V. Loginovskiy // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2018. – Т. 18 – № 1. С. 117–123. – DOI: 10.14529/ctcr180114.

44. Gollay, A.V. Strategic Development Management of Industrial Enterprises from the Perspective of a Degree Perfection Increase of Technical Systems / A.V. Gollay // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2017. – Т. 17. – № 4. – С. 166–169. DOI: 10.14529/ctcr170419.

45. Gottwald, S. Universes of Fuzzy Sets and Axiomatizations of Fuzzy Set Theory. Part I: Model-Based and Axiomatic Approaches / S. Gottwald. – Studia Logica, 2006. – 82 (2). – P. 211–244. DOI:10.1007/s11225-006-7197-8

46. Gupta, S. Quality Management / S. Gupta, G. Gupta Gaurav. – Delhi: Khanna Publishers, 2015. – 240 p.

47. Harrington, J.H. The Improvement Process. How America's Leading Companies Improve Quality / J.H. Harrington. – McGrawHill Boor Company, 1987. – 239 p.

48. Hatrman, L.M. Technological Forecasting. B: Multinational Corporate Planning, G. A. Steiner, W. Cannon, Eds., New York, Crowell-Collier, 1966.

49. Heiko, M. Manufacturing Execution Systems (MES): Optimal Design, Planning, and De-ployment // M. Heiko, F. Franz, T. Klaus – New York: McGraw-Hill Companies, 2009. – 279 p.

50. Hirooka, M. Innovation Dynamism and Economic Growth / M. Hirooka – Cheltenham, UK – Northampton, MA, Edward Elgar, 2006. – 425 p.

51. Hirotaka Takeuchi, Ikujiro Nonaka. The New New Product Development Game // Harvard Business Review. – 1986. – January/February. – p. 285–305.

52. Hollay, A.V. Need of Developing Information Systems of Managing a Technology Lifecycle of Industrial Enterprises / A.V. Hollay // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2019. – Т. 19, № 2. – С. 153–159. DOI: 10.14529/ctcr190214.

53. Howitt, P., Mayer-Foulkes, D. R&D, Implementation and Stagnation: A Schumpeterian Theory of Convergence Clubs// NBER Working Paper. – 2002. – no. 9104. Available at: <http://nber.org/papers/w9104.pdf>.
54. Humphrey, J. How Does Insertion in Global Value Chains Affect Upgrading in Industrial Clusters? / J. Humphrey, H. Schmitz // *Regional Studies*. – 2002. – Vol. 36. – Iss. 9. – P. 1017–1027.
55. International Classification Benchmark (ICB) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ftse.com/products/downloads/ICBStructure-Eng.pdf> (дата обращения 05.05.2019).
56. Internet of Things forecast [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ericsson.com/en/mobility-report/internet-of-things-forecast>, свободный. – (дата обращения: 11.10.2018).
57. Isenson R. S. Technological Forecasting in Perspective. *Management Science*, 1966. Vol. 3, B-70-83.
58. ISO 9001:2015, Fifth Edition: Quality management systems – Requirements
59. Jensen M. Value Maximization, Stakeholders Theory, and the Corporate Objective Function // *Journal of Applied Corporate Finance*. – 2001. – Vol. 14. – No. 3. – P. 8–21.
60. Kano, N. Attractive Quality and Must-be Quality / N. Kano, N. Seraku, F. Takahashi, S. Tsuji // *The Journal of the Japanese Society for Quality Control*. – 1984. – № 14 (2). – P. 147–156.
61. Kassa, A.O. Value Analysis and Engineering Reengineered: The Blueprint for Achieving Operational Excellence and Developing Problem Solvers and Innovators / A.O. Kassa. – New York: Productivity Press, 2015. – 192 p.
62. Kelly, K. What Technology Wants / K. Kelly – New York: Penguin, 2010. – 405 p.
63. Kitchin, J. Cycles and Trends in Economic Factors // *Review of Economics and Statistics*. – 1923. – № 5 (1). – P. 10–16.
64. Kletti, J. Manufacturing Execution Systems – MES / J. Kletti – Springer, 2007. – 271 p.

65. Koch, A.S. Agile Software Development: Evaluating the Methods for Your Organization / A. S. Koch. – Artech House, 2004. – 280 c.
66. Korotayev, A.V. A Spectral Analysis of World GDP Dynamics: Kondratieff Waves, Kuznets Swings, Juglar and Kitchin Cycles in Global Economic Development, and the 2008–2009 Economic Crisis. Structure and Dynamics / A.V. Korotayev, S.V. Tsirel. – 2010. – Vol. 4(1). – P. 3–57.
67. Kostojohn, S. CRM Fundamentals // S. Kostojohn, M. Johnson, B. Paulen – Apress, 2011. – 244 p.
68. Kulatilaka N. The Value of Flexibility: A General Model of Real Options. Vol. 1. Ch. 5, Preager Publishers, Westport, Connecticut, 1-st edition, 1995. – P. 89–109.
69. Kuznets, S. Secular Movements in Production and Prices. Their Nature and their Bearing upon Cyclical Fluctuations. – Boston: Houghton Mifflin, 1930. – 536 p.
70. Loginovskiy O.V., Dranko O.I., Holloy A.V. Mathematical Models for Decision-Making on Strategic Management of Industrial Enterprise in Conditions of Instability [Электронный ресурс] // Workshop «International Education in Applied Mathematics and Informatics for High Tech Applications» («EMIT 2018»). Leipzig, Germany. – 2018. – Vol. 2093. – P. 1–12. – URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2093/paper1.pdf> (дата обращения 05.05.2019).
71. Loginovskiy, O.V. Technologies of Strategic Management of Industrial Enterprises / O.V. Loginovskiy, A.V. Holloy, S.B. Rets // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2019. – Т. 19, № 1. – С. 131–138. – DOI: 10.14529/ctcr190112.
72. Mayo, E. Hawthorne and the Western Electric Company / E. Mayo [Электронный ресурс] // The Social Problems of an Industrial Civilisation, Routledge. – 1949. – pp.161–182. – URL: http://www.practicesurvival.com/wa_files/Hawthorne_20Studies_201924_20Elton_20Mayo.pdf (дата обращения 10.05.2019).
73. Mbaye S. New Data on Global Debt / S. Mbaye, M. Badia [Электронный ресурс] // International Monetary Found Blog.– JANUARY 2, 2019. – URL: <https://blogs.imf.org/2019/01/02/new-data-on-global-debt> (дата обращения 12.05.2019).

74. Miles, L.D. Techniques of Value Analysis and Engineering / L.D. Miles. – Plymouth: Lawrence D. Miles Value Foundation, 2015. – 524 p.
75. Myers, S. Determinants of Corporate Borrowing / S. Myers // Journal of Financial Economics. – 1977. – No. 5. – P. 147–175.
76. Nedosekin, A. Fuzzy financial management. / A. Nedosekin. – M: Alfa library, 2003 – 68 p.
77. OpenUP – это просто [Электронный ресурс]. – Режим доступа – <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/kroll/index.html>
78. Panetta, K. 5 Trends Emerge in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies [Электронный ресурс] / K. Panetta. – 2018. – Режим доступа: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-emerge-in-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2018>.
79. Polterovich, V., Tonis, A. Innovation and Imitation at Various Stages of Development: A Model with Capital. MPRA Working Paper. – 2010. – no. 20067. – p. 26.
80. Porter, M. Mezhdunarodnaya konkurentsia [Competitive Advantage of Nations]. Moscow, Mezhdunarodnye otnosheniya Publ., 1993. – 896 p.
81. Porter, M.E. Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance / M.E. Porter. – New York: Free Press, 1985. – 558 p.
82. Porter, M.E. Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors / M.E. Porter. – New York: Free Press, 1980. – 422 p.
83. Project management – Fachmann, GPM und RRW, Eschbom Deutschland, 1991, B.1, 2. – 1130 p.
84. Project Management Body of Knowledge. 5th edition. – Newtown Square: Project Management Institute Publ., 2013. – 616 p.
85. Raman, A. The Internet of Things: Enabling Technologies, Platforms, and Use Cases / A. Raman, P. Raj. – Auerbach Publications, 2017. – 392 p.
86. Rappaport A. Creating Shareholder Value: The New Standard for Business Performance. New York: Free Press, 1986.
87. Reginald, M. Handbook of Lean Six Sigma / M. Reginald. – New York: Larsen & Keller education, 2018. – 242 p.

88. Rehg, J.A. Computer Integrated Manufacturing / J.A. Rehg, H.W. Kraebber. – New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2004. – 574 p.
89. Rigby D. K., Sutherland J., Takeuchi, H. The Secret History of Agile Innovation [Электронный ресурс] // Harvard Business Review – 2016. – № 4. – Режим доступа – <https://hbr.org/2016/04/the-secret-history-of-agile-innovation>
90. Saaksvuori, A. Product Lifecycle Management / Saaksvuori, A., A. Immonen. – Berlin: Springer, 2008. – 254 p.
91. Samsung was actually granted more patents than Apple in 2016 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.phonearena.com/news/Samsung-was-actually-granted-more-patents-than-Apple-in-2016_id89782
92. Saunders, N. CALPHAD (Calculation of phase diagrams): a comprehensive guide / N. Saunders. – Oxford, PERGAMON, 1998. – 479 p.
93. Siler, W. Fuzzy expert systems and fuzzy reasoning / W. Siler, J. Buckley. – Birmingham: Wiley Interscience, 2005. – 422 с.
94. Stadler, H. Supply Chain Management and Advanced Planning Concepts, Models, Software, and Case Studies / H. Stadler, C. Kilger – Berlin: Springer, 2015. – 557 p.
95. Stern, J.M. The EVA challenge: Implementing Value Added Change in an Organization / J.M. Stern, J.S. Shiely, I. Ross. – New York: Wiley finance, 2001. – 250 p.
96. The 2018 EU Industrial R&D Investment Scoreboard [Электронный ресурс] // Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018 – 110 p. – DOI:10.2760/131813. – Режим доступа: <https://www.telepolis.pl/images/2019/01/2018-eu-rd-scoreboard.pdf>
97. Thierauf, R.J. On-line Analytical Processing Systems for Business / R.J. Thierauf. – West-port: Conn. Quorum, 1997. – 332 p.
98. Thiry, M. Delivering business benefits through Projects, Programs, Portfolios and PMOs / M. Thiry, A. Matthey // Proceedings of the Asia-Pacific PMI Global Congress. – Singapore: Project Management Institute Publ. – 2005. – P. 89–91.
99. Thomsett, M.C. Getting Started in Six Sigma / M.C. Thomsett. – New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2005. – 213 p.

100. Toomey, J.W. MRP II: Planning for Manufacturing Excellence / J.W. Toomey. – Berlin: Springer Science&Business Media, 2013. – 243 p.
101. Trigeorgis, L. Real Options and Interactions with Financial Flexibility / L. Trigeorgis // Financial Management. – 1993. – № 22 (3). – P. 202–224.
102. UNCTAD. Technology and Innovation Report 2018 [Электронный ресурс] – URL: https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/tir2018_en.pdf (дата обращения 20.04.2019 г.).
103. UNCTAD. Trade and Development Report 2018 [Электронный ресурс] – URL: https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/tdr2018_en.pdf (дата обращения 18.03.2019).
104. UNCTAD. World Investment Report 2018 [Электронный ресурс] – URL: https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/wir2018_en.pdf (дата обращения 08.05.2019).
105. United Nations Conference on Trade and Development [Электронный ресурс]. – URL: <https://unctad.org> (дата обращения 27.04.2019).
106. URL: <http://boeing.com> (дата обращения 25.05.2019).
107. Verhulst, P.F. Notice sur la loi que la population poursuit dans son accroissement / P.F. Verhulst – Correspondance mathématique et physique. – 1838. – № 10. – P. 113–121.
108. Vitali, S. The network of global corporate control / S. Vitali, J. Glattfelder, S. Battiston. // PLoS ONE, 2011. – 6(10), № 25995. – P. 1–36.
109. What is Agile Software Development? [Электронный ресурс]. – Режим доступа – <http://www.agilealliance.org/the-alliance/what-is-agile/>
110. Williams J. The Theory of Investment Value. Boston: Harvard Univers. Press, 1938.
111. World Steel in Figures 2018 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.worldsteel.org/media-centre/press-releases/2018/world-steel-in-figures-2018.html>
112. Ye, M. Measuring Smile Curves in Global Value Chains / M.Ye // Institute of Developing Economies discussion paper. – 2015. – № 530.

113. Zadeh, L.A. Fuzzy Sets as a Basis for a Theory of Possibility Systems: tutorial / L.A. Zadeh. – Holland: publishing house North-Holland, 1978. – 34 p.
114. Zwicky, F. Discovery, Invention, Research. New York: Macmillan, 1969.
115. Абдикеев, Н.М. Реинжиниринг бизнес-процессов / Н.М. Абдикеев, Т.П. Данько, С.В. Ильдеменов, А.Д. Киселев. – М.: Эксмо, 2014. – 590 с.
116. Автоматизация кислородно-конвертерного процесса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://metallurgy.zp.ua/avtomatizatsiya-kislородno-konverternogo-protssessa/>
117. Александров, В.В. Развивающиеся системы в науке, технике, обществе и культуре / В.В. Александров // Теория систем и системное моделирование. – СПб: Изд-во СПбГТУ, 2000. – 243 с.
118. Алиев, Ш.И. Применение теории реальных опционов к оценке стоимости компании // Проблемы современной экономики. – 2011. – № 4(40). – С. 116–120.
119. Альтшуллер, Г.С. Алгоритм изобретения / Г.С. Альтшуллер – М.: «Московский рабочий», 1973. – 82 с.
120. Альтшуллер, Г.С. Как стать гением: Жизненная стратегия творческой личности / Г.С. Альтшуллер, И.М. Верткин. – Мн.: Беларусь, 1994. – 479 с.
121. Альтшуллер, Г.С. Профессия – поиск нового (Функционально-стоимостной анализ и теория решения изобретательских задач как система выявления резервов экономики) / Г.С. Альтшуллер, Б.Л. Злотин, В.И. Филатов. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1985. – 196 с.
122. Альтшуллер, Г.С. Творчество как точная наука / Г.С. Альтшуллер. – М.: Сов. радио, 1979. – 175 с.
123. Альтшуллер, Г.С. Поиск новых идей: от озарения к технологии / Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Зусман А.В., Филатов В.И. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989. – 384 с.
124. Ансофф, И. Стратегическое управление / И. Ансофф. Сокр. пер. с англ. – М.: Экономика, 1989. – 519 с.
125. Ансофф, И. Новая корпоративная стратегия / И. Ансофф. – СПб.: Питер Ком, 1999. – 416 с.

126. Артемова, А.И. Концепция «умный город»: сущность и содержание / А.И. Артемова, Р.К. Нурмухаметов // Вестник тульского филиала Финуниверситета. – 2019. – № 53. – С. 53–61.
127. Ауэр К., Миллер Р. Экстремальное программирование: постановка процесса с первых шагов и до победного конца / К. Ауэр, Р. Миллер – СПб.: Питер, 2004. – 368 с.
128. Афанасьева, О.В. Теория и практика моделирования сложных систем / О.В. Афанасьева, Е.С. Голик, Д.А. Первухин. – СПб: СЗТУ, 2005. – 131 с.
129. Балашов, Е.П. Эволюционный синтез систем / Е.П. Балашов – М.: Радио и связь, 1985. – 328 с.
130. Бардовский, В.П. Позиции России на мировом рынке технологий как индикатор состояния инновационной сферы страны [Электронный ресурс] / В.П. Бардовский, О.В. Рудакова, М.Г. Савилов // Вестник ОрелГИЭТ, 2014, № 3(29). – С. 25–29. – Режим доступа: <https://orelgiet.ru/docs/05-04-15-bardov-rudakova-savilov.pdf>
131. Баркалов, С.А. Математические основы управления проектами: Учебное пособие / С.А. Баркалов, В.И. Воропаев, Г.И. Секлетова и др.; под ред. В.Н. Букова. – М.: Высшая школа, 2005. – 423 с.
132. Баронов, В.В. Автоматизация управления предприятием / В.В. Баронов. – М.: ИНФРА, 2013. – 239 с.
133. Баффетт, У. Эссе об инвестициях, корпоративных финансах и управлении компаниями. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 268 с.
134. Безсонов, Н.В. Пособие для расчета экономического эффекта от использования изобретений и рационализаторских предложений / Н.В. Безсонов. – М., 1983. – 94 с.
135. Бек, К. Экстремальное программирование / К. Бек – СПб.: Питер, 2002. – 224 с.

136. Белов, Г.В. Моделирование равновесных состояний многокомпонентных гетерогенных систем и информационное обеспечение термодинамических расчетов: дисс. ... док. тех. наук. 05.13.18 / Белов Глеб Витальевич. – Москва, 2006. – 265 с.
137. Белов, Г.В. Термодинамическое моделирование химически реагирующих систем / Г.В. Белов, Б.Г. Трусков. – М.: МГТУ, 2013. – 96 с.
138. Белов, Г.В. Термодинамическое моделирование: методы, алгоритмы, программы / Г.В. Белов. – М: Научный Мир, 2002. – 184 с.
139. Беляева, М.А. Системный анализ технологий и бизнес-процессов в мясном производстве / М. А. Беляева. – М.: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2015. – 384 с.
140. Бетина, М.С. Модели оценки опционного ценообразования // Сборник научных трудов кафедры финансов и банковского дела; Ответственный редактор Я.Ю. Радюкова. – Тамбов: Изд-во «Тамбовская региональная общественная организация «Общество содействия образованию и просвещению «Бизнес – Наука – Общество», 2014. – С. 23–35.
141. Битюцких, В.Т. Формула стоимости / В.Т. Битюцких. – М.: Издательство «Олимп-Бизнес», 2016. – 216 с.
142. Богданов, А.А. Тектология: (Всеобщая организационная наука). В 2-х книгах / А.А. Богданов. – М.: Экономика, 1989. – 304–351 с.
143. Боер, Ф.П. Оценка стоимости технологий: проблемы бизнеса и финансов в мире исследований и разработок / Ф.П. Боер. – М.: Олимп-бизнес, 2007. – 448 с.
144. Боер, Ф.П. Практические примеры оценки стоимости технологий / Ф.П. Боер. – М.: Олимп-бизнес, 2007. – 256 с.
145. Болтрукевич, В.Е. 5S для рабочих. Как улучшить свое рабочее место / В.Е. Болтрукевич. – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2012. – 192 с.
146. Большой энциклопедический словарь / Под ред. А.М. Прохорова – М.: Советская энциклопедия, 1993. – 1632 с.

147. Борисов, А.Н. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений / А.Н. Борисов, А.В. Алексеев, Г.В. Меркурьева, Н.Н. Слезь, В.И. Глушков. – М.: Радио и связь, 1989. – 304 с.
148. Борисов, А.Н. Принятие решений на основе нечетких моделей / А.Н. Борисов, О.А. Крумберг, И.П. Федоров. – Рига: Знание, 1990. – 184 с.
149. Ботников, С.А. Технология и оборудование УНРС. Производство сортовых и блюмовых непрерывнолитых заготовок / С.А. Ботников – Саарбрюккен: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 300 с.
150. Бочарников, В.П. Основы системного анализа и управления организациями. Теория и практика / В.П. Бочарников, И.В. Бочарников, С.В. Свешников. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 286 с.
151. Булдакова, Т.И. Исследование сложных систем и процессов / Т.И. Булдакова. – М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. – 164 с.
152. Бурков, В.Н. Как управлять проектами / В.Н. Бурков, Д.А. Новиков. СИНТЕГ–ГЕО, Москва – 1997. – 188 с.
153. Бурков, В.Н. Экономико-математические модели управления развитием отраслевого производства / В.Н. Бурков, Г.С. Джавахадзе. – М.: ИПУ РАН, 1997. – 64 с.
154. Вагнер, К. Термодинамика сплавов / К. Вагнер – М.: Metallurgizdat, 1957. – 179 с.
155. Варшавский, А.Е. Научно-технический прогресс в моделях экономического развития: методы анализа и оценки – 1984. – 208 с.
156. Ващенко, Т.В., Управление стоимостью компании / Т.В. Ващенко, Р.О. Восканян. – М.: Проспект, 2018. – 160 с.
157. Вентцель, Е. С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология / Е.С. Вентцель – М.: Юстиция, 2018. – 192 с.
158. Вилкас, Э.Й. Оптимальность в играх и решениях / Э.Й. Вилкас. – М.: Наука, 1990. – 256 с.
159. Вилкас, Э.Й., Майминас, Е.З. Решения: теория, информация, моделирование / Э.Й. Вилкас, Е.З. Майминас. – М.: Радио и связь, 1981. – 328 с.

160. Винер, Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине / Н. Винер. – М.: Наука, 1983. – 344 с.
161. Виханский, О.С. Менеджмент / О.С. Виханский, А.И. Наумов. – М.: Магистр, НИЦ ИНФРА-М, 2019. – 656 с.
162. Волкова, В.Н. Теория систем и системный анализ / В.Н. Волкова, А.А. Денисов – М.: Юрайт, 2015. – 461 с.
163. Воропаев, В.И. Методические рекомендации по ресурсному анализу календарных планов на основе обобщенных сетевых моделей / В.И. Воропаев и др. – М.: ЦНИИЭУС, 1990. – 86 с.
164. Восканян, Р.О. Реальные опционы в оценке стоимости инновационной компании / Р.О. Восканян. – М.: Проспект, 2017. – 76 с.
165. Восстание машин. Концепция «Индустрия 4.0» сделает новейшие технологии привычными [Электронный ресурс] // Российская газета. – Экономика. – № 7283 (117). – Режим доступа: <https://rg.ru/2017/05/31/gleb-nikitin-u-industrii-40-i-reindustrializacii-odni-i-te-zhe-celi.html>
166. Всеобщее управление качеством / О. П. Глудкин и др. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2001.
167. Вумек, Д.П. Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Д.П. Вумек, Д.Т. Джонс. – М.: Альпина Паблишер, 2018. – 472 с.
168. Гаврилов, Д.А. Управление производством на базе стандарта MRP II // Д.А. Гаврилов – СПб.: Питер, 2005. – 416 с.
169. Гайдес, М. А. Общая теория систем (системы и системный анализ). / М.А. Гайдес. – М.: Глобус-пресс, 2005. – 201 с.
170. Гайнутдинов, Э.М. Производственный менеджмент / Э.М. Гайнутдинов, Л.И. Поддеригина. – Минск: «Вышэйшая школа», 2010. – 320 с.
171. Гастев, А.К. Как надо работать. Практическое введение в науку организации труда / А.К. Гастев. – М.: Экономика, 1972. – 478 с.
172. Гастев, А.К. Трудовые установки / А.К. Гастев. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 344 с.

173. Гегель. Наука логики. Том I. Объективная логика / пер. с нем. Б.Г. Столпнера. – Primedia E-launch LLC, 2017. – 540 с.
174. Гегель. Наука логики. Том II. Субъективная логика / пер. с нем. Б.Г. Столпнера. – Primedia E-launch LLC, 2017. – 280 с.
175. Гельруд, Я.Д. Методология создания информационно-аналитической системы управления проектами на основе комплекса математических моделей функционирования стейкхолдеров [Электронный ресурс]: дис. ... д-ра тех. Наук / Я.Д. Гельруд. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2015. – 354 с. – Режим доступа: https://www.susu.ru/sites/default/files/dissertation/diss1-2_3_0.pdf
176. Гельруд, Я.Д. Управление проектами: методы, модели, системы: монография/ Я.Д. Гельруд, О.В. Логиновский; под. ред. д-ра техн. наук, проф. А.Л. Шестакова. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 330 с.
177. Герасимчук, В.И. Управление организацией: функциональный подход / В.И. Герасимчук // Экономический вестник национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт». – 2014. – № 11. – С. 255–262.
178. Гибадулин, Р.Х. Формирование культуры управления организациями промышленности предпринимательского типа / Р.Х. Гибадулин. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 214 с.
179. Гибкая методология разработки (Agile) [Электронный ресурс]. – Режим доступа – <http://mahamba.com/ru/gibkaya-metodologiya-razrabotki-agile>
180. Гильдебранд, Дж. Растворимость неэлектролитов / Дж. Гильдебранд; пер. с англ. под ред. М.И. Темкина. – М.: ГОНТИ, 1938. – 166 с.
181. Глазов, В.М., Павлова, Л.М. Химическая термодинамика и фазовые равновесия / В.М. Глазов, Л.М. Павлова – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1988. – 560 с.
182. Глазьев, С.Ю. Выбор будущего / С.Ю. Глазьев – М.: Алгоритм, 2005. – 351 с.
183. Глазьев, С.Ю. Политика экономического роста в условиях глобального кризиса / С.Ю. Глазьев // Партнерство цивилизаций. – 2002. – № 2. – С. 66–90.

184. Глазьев, С.Ю. Современная теория длинных волн развития экономики / С.Ю. Глазьев // Экономическая наука современной России. – 2012. – № 2 (57). – С. 27–42.
185. Глудкин, О.П. Всеобщее управление качеством Total quality management (TQM) / О.П. Глудкин, Н.М. Горбунов, А.И. Гуров, Ю.В. Зорин. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 600 с.
186. Глухов, В.В. Математические методы и модели для менеджмента / В.В. Глухов, М.Д. Медников, С.Б. Коробко – СПб.: Лань, 2000. – 480 с.
187. Глухова, Л.В. Теоретические основы структурного анализа и синтеза экономических систем: Монография / Л.В. Глухова. – М.: Изд-во ИКиП, 2007. – 122 с.
188. Голдратт, Э.М. Цель. Процесс непрерывного совершенствования / Э.М. Голдратт, Д. Кокс. – М.: Попурри, 2007. – 203 с.
189. Голенко-Гинзбург, Д.И. Стохастические сетевые модели планирования и управления разработками / Д.И. Голенко-Гинзбург. – Воронеж: Научная книга. 2010. – 410 с.
190. Голлай, А.В. «Умное управление» промышленным предприятием / А.В. Голлай, Я.Д. Гельруд // Сборник материалов 70 научной конференции «Наука ЮУрГУ» (Челябинск). – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2018. – С. 26–30.
191. Голлай, А.В. Автоматизированное цифровое производство как главное стратегическое направление развития промышленности начала XXI века [Электронный ресурс] / А.В. Голлай // Сборник статей международной научно-практической конференции «Инновационные технологии и стратегии развития промышленности» (Уфа, 02.10.2017). – Уфа: ОМЕГА САЙНС, 2017. – С.28-31. – Режим доступа: <http://os-russia.com/SBORNIKI/KON-TT-35.pdf>
192. Голлай, А.В. Анализ методов управления технологическим развитием промышленного предприятия на базе концепции жизненного цикла технологий / А.В. Голлай // Сборник трудов VIII Всероссийской научно-практической конференции научных, научно-педагогических работников и аспирантов «Управление в

современных системах». – Челябинск: ОУ ВО «Южно-Уральский институт управления и экономики», 2018. – С. 374–381.

193. Голлай, А.В. Анализ подходов к управлению проектами на базе сравнения классического подхода и методологии Agile [Электронный ресурс] / А.В. Голлай // Сборник статей международной научно-практической конференции «Методы проектирования и оптимизации технологических процессов» (Москва, 01.10.2017). – М.: ОЛИМП, 2017. – С.331–332. – Режим доступа: http://olimpiks.ru/d/1340546/d/sbornik_nst23.pdf

194. Голлай, А.В. Влияние процесса глобализации на изменение роли промышленных предприятий / А.В. Голлай // Сборник статей VI Международной научно-практической конференции «Проблемы развития предприятий: теория и практика». – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2019. – С. 59–62.

195. Голлай, А.В. Гибкие методологии Agile как база для построения собственной системы управления проектами на предприятии [Электронный ресурс] / А.В. Голлай // Сборник статей международной научно-практической конференции «Методы проектирования и оптимизации технологических процессов» (Уфа, 02.10.2017). – Уфа: ОМЕГА САЙНС, 2017. – С.25–28. – Режим доступа: <http://os-russia.com/SBORNIKI/KON-TT-34.pdf>

196. Голлай, А.В. Гибкое управление проектами как способ борьбы с потерями на производстве [Электронный ресурс] / А.В. Голлай // Сборник статей по итогам международной научно-практической конференции «Новые технологии в промышленности, науке и образовании» (Оренбург, 28.10.2017). – Стерлитамак: АМИ, 2017. – С. 35–39. – Режим доступа: <https://ami.im/sbornik/MNPK-TT-17.pdf>

197. Голлай, А.В. Голландская болезнь на пути инновационного развития России / А.В. Голлай // Журнал управление инвестициями и инновациями. – 2012. – № 3. – С. 7–10.

198. Голлай, А.В. Использование теории нечетких множеств при отборе технологий промышленного предприятия для улучшения / А.В. Голлай, О.В. Логиновский // Журнал управление инвестициями и инновациями. – 2018. – № 1. Стр. 35–43. DOI: 10.14529/iimj180104
199. Голлай, А.В. Классификация технологий промышленного предприятия в рамках адаптивно-технологического подхода / А.В. Голлай // Наука ЮУрГУ: материалы 71-й научной конференции. Секции технических наук. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – С. 279–284.
200. Голлай, А.В. Матрица анализа инновационного потенциала промышленного предприятия / А.В. Голлай // Журнал управление инвестициями и инновациями. – 2017. – №4. Стр. 22–25. DOI: 10.14529/iimj170403
201. Голлай, А.В. Методология Scrum как механизм управления процессами внедрения новшеств, направленных на совершенствование производственной деятельности промышленного предприятия [Электронный ресурс] // Сборник статей международной научно-практической конференции «Механизмы управления процессами внедрения технических новшеств» (Уфа, 15.10.2017). – Уфа: АЭТЕРНА, 2017. – С.24–27. – Режим доступа: <https://aeterna-ufa.ru/sbornik/NK-TN-71.pdf>
202. Голлай, А.В. Модель зрелости управления организацией с позиции адаптивно-технологического подхода / А.В. Голлай // Сборник трудов международной научной конференции «Передовые инновационные разработки. Перспективы и опыт использования, проблемы внедрения в производство» (Казань, 30.03.2019). – Казань: Конверт, 2019. – С. 252–254.
203. Голлай, А.В. Модель принятия управленческих решений с учетом технологического развития предприятия / А.В. Голлай, О.В. Логиновский // Журнал управление инвестициями и инновациями. – 2017. – №1. Стр. 55–58. DOI: 10.14529/iimj170306
204. Голлай, А.В. Направления эволюции технологических процессов промышленного предприятия [Электронный ресурс] // Сборник статей международной

научно-практической конференции «Приоритеты и научное обеспечение технологического прогресса» (Стерлитамак, 08.10.2017). – Стерлитамак: АМИ, 2017. – Режим доступа: С. 21–24. – <https://ami.im/sbornik/MNPK-TT-15.pdf>

205. Голлай, А.В. Оценка инвестиций в обучение персонала / А.В. Голлай // Сборник материалов 63 научной конференции «Наука ЮУрГУ» (Челябинск, 10-13.11.2011). – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – С. 56–57.

206. Голлай, А.В. Перспективные направления развития технологии производства стали [Электронный ресурс] / А.В. Голлай // Сборник статей международной научно-практической конференции «Техника и технология: новые перспективы развития» (Самара, 25.09.2017). – Уфа: АЭТЕРНА, 2017. – С. 20–21. – Режим доступа: <https://aeterna-ufa.ru/sbornik/NK-TN-69.pdf>

207. Голлай, А.В. Применение гибкой методологии в управлении проектами по совершенствованию производственной деятельности промышленного предприятия / А.В. Голлай, Я.Д. Гельруд // Управление проектами и программами. – 2017. – № 04(52). – С. 294–301.

208. Голлай, А.В. Стратегическое управление развитием промышленного предприятия с позиции закона повышения идеальности технических систем / А.В. Голлай // Журнал управление инвестициями и инновациями. – 2017. – № 3. – С. 51–54. DOI: 10.14529/iimj170305

209. Голлай, А.В. Сущность понятий «технология» и «технологическое развитие» [Электронный ресурс] / А.В. Голлай // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Техника и технологии: курс на инновации» (Иркутск, 22.12.2017). – Иркутск: «Научное партнерство «Апекс», 2017. – С. 9–11. – режим доступа: <http://np-apex.ru/wp-content/uploads/2017/12/TH-1.pdf>

210. Голлай, А.В. Управление инновационным потенциалом промышленного предприятия / А.В. Голлай // Сборник материалов 66 научной конференции «Наука ЮУрГУ» (Челябинск, 15-17.04.2014). – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – С. 655–659.

211. Голлай, А.В. Формирование системы взаимосвязанных показателей промышленного предприятия в рамках управления его технологическим развитием

[Электронный ресурс] / А.В. Голлай, О.В. Логиновский // Труды XIII Всероссийское совещание по проблемам управления. Россия, Москва, ИПУ РАН, 17-20 июня 2019 / Под общ. ред. Д.А. Новикова. – М.: ИПУ РАН, 2019. – С. 3104-3109. – https://vspu2019.ipu.ru/files/Proceedings_VSPU-2019.zip

212. Голлай, А.В. Хрематистика современного общества / А.В. Голлай // Сборник материалов 67 научной конференции «Наука ЮУрГУ» (Челябинск, 14-17.04.2015). – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – С. 586–590.

213. Голлай, А.В., Носов, С.С. Шестой технологический уклад: возможные сценарии развития [Электронный ресурс] / А.В. Голлай, С.С. Носов // Сборник статей международной научно-практической конференции «Инновационные методы исследования в технике и технологиях» (Магнитогорск, 18.09.2017). – Стерлитамак: АМИ, 2017. – С.11–14. – Режим доступа: <https://ami.im/sbornik/MNPK-TT-13.pdf>

214. Голлай, И.Н. Систематизация методов анализа внешней среды организации / И.Н. Голлай, А.В. Голлай // Сборник материалов 68 научной конференции «Наука ЮУрГУ» (Челябинск, 05-07.04.2016). – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – С. 458–463.

215. Голлай, А.В. Анализ концепций управления производственным предприятием с позиции принципа повышения идеальности систем / А.В. Голлай, О.В. Логиновский // Экономика и менеджмент систем управления. – 2018. – Т. 30. – № 4.2. – С. 269–273.

216. Голлай, А.В. Генезис понятия «технологическое развитие» / А.В. Голлай // Управление в современных системах. – 2018. – № 3(19). С. 20–24.

217. Голлай, А.В. Определение инновации: уточнение понятия «нового» и «значительно» улучшенного / А.В. Голлай, И.Н. Голлай // Сборник статей международной научно-практической конференции «Инновации и инвестиции как драйверы социального и экономического развития» (Челябинск, 08.11.2017). – Уфа: ОМЕГА САЙНС, 2017. – С. 59–62. – <http://os-russia.com/SBORNIKI/KON-EC-38.pdf>

218. Голлай, А.В. Управление промышленными предприятиями на базе системно-технологического подхода [Электронный ресурс] / А.В. Голлай, О.В. Логиновский // Экономика и менеджмент систем управления. – 2019. – Т. 32. – № 2. – С. 13–18. – Режим доступа: <http://www.sbook.ru/emsu/archives/em201902.rar>
219. Голлай, А.В. Учет экономических циклов при управлении развитием промышленных предприятий / А.В. Голлай // Научный поиск: материалы одиннадцатой научной конференции аспирантов и докторантов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – С. 59–65.
220. Гольдратт, Э. Критическая цепь / Э. Гольдратт. – Минск: Попурри, 2018. – 240 с.
221. Гольдратт, Э. Цель. Процесс непрерывного улучшения / Э. Гольдратт, Д. Кокс. – Минск: Попурри, 2018. – 400 с.
222. Гольдратт, Э. Цель-2. Дело не в везении / Э. Гольдратт. – Минск: Попурри, 2018. – 230 с.
223. Горшенин, В.П. Интеграция СПО и ВПО в контексте новых технологических укладов // Инновационное развитие профессионального образования. – 2014. – № 1(05). – С. 10–13.
224. ГОСТ ISO 9000-2011. Межгосударственный стандарт системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. – М.: Стандартиформ, 2012. – 43 с.
225. ГОСТ Р 5661–2014. Инновационный менеджмент. Инновации. Основные положения – М.: Стандартиформ, 2015. – 46 с.
226. Грингард С. Интернет вещей: Будущее уже здесь / С. Грингард. – М.: Альпина паблишер, 2016. – 188 с.
227. Грэм, Б. Разумный инвестор: Полное руководство по стоимостному инвестированию. – М.: Альпина Паблишер, 2016. – 199 с.
228. Гуд, Г.Х. Системотехника / Г.Х. Гуд, Р.Э. Маккол. – М.: Сов. радио, 1962. – 383 с.

229. Гулин, К.А. О роли интернета вещей в условиях перехода к четвертой промышленной революции / К.А. Гулин, В.С. Усков // Проблемы развития территории. – 2017. – № 4(90). – С. 112–131.

230. Гусев, А.А. Стоимость бизнеса в системе стратегических управленческих решений / А.А. Гусев. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 172 с.

231. Дамодаран, А. Инвестиционная оценка. Инструменты и методы оценки любых активов / А. Дамодаран. – М.: «Альпина Паблишер», 2011. – 1324 с.

232. Дементьев, В.Е. Включение отечественной экономики в глобальные цепочки создания стоимости: созидательный потенциал и риски / В.Е. Дементьев, Е.В. Устюжанина // Российский экономический журнал. – 2016. – № 2. – С. 19–34.

233. Дементьев, В.Е. Место России в глобальных цепочках создания стоимости / В.Е. Дементьев, Е.С. Новикова, Е.В. Устюжанина // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2016. – Том 12. – № 1(334). – С. 17–30.

234. Дементьев, В.Е. Место России в глобальных цепочках создания стоимости / В.Е. Дементьев, Е.С. Новикова, Е.В. Устюжанина // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2016. – № 1 (334). – С. 17–30.

235. Детмер, У. Теория ограничений Голдратта: Системный подход к непрерывному совершенствованию / У. Детмер. Пер. с англ. – 2-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. – 444 с.

236. Друкер, П.Ф. Практика менеджмента: пер. с англ. / П.Ф. Друкер. – М.: Вильямс, 2009. – 400 с.

237. Дьячков, Ю.А. О Закономерностях построения систем / Ю.А. Дьячков, И.П. Торопцев, И.Н. Щербаков, А.Д. Константинов / Университетское образование. Сборник статей XV Международной конференции, посвященной 50-летию полета первого космонавта Ю.А. Гагарина; Под ред.: В.И. Волчихина, Р.М. Печерской. – Пенза: Изд-во «Пензенский государственный университет», 2011. – С. 253–256.

238. Евланов, Л.Г. Теория и практика принятия решений / Л.Г. Евланов. – М.: Экономика, 1984. – 175 с.

239. Елиферов, В.Г. Бизнес-процессы. Регламентация и управления / В.Г. Елиферов, В.В. Репин. – М.: Инфра-М, 2005. – 320 с.
240. Ермаков, С.М. Курс статистического моделирования / С.М. Ермаков, Г.А. Михайлов. – М.: Наука, 1976. – 320 с.
241. Жук, А.А. Особенности реализации ситуационного подхода в управлении организацией / А.А. Жук, В.А. Иванова // Современные научные исследования и разработки. – 2018. – № 6(23). – С. 270–276.
242. Зараменских, Е.П. Интернет вещей. Исследования и область применения / Е.П. Зараменских, И.Е. Артемьев. – М.: ИНФРА-М, 2015. – 200 с.
243. Зараменских, Е.П. Управление жизненным циклом информационных систем: монография / Е.П. Зараменских. – Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2014. – 270 с.
244. Злоказов, Ю.И. Управление производительностью труда. нормативный подход / Ю.И. Злоказов. – М.: Финансы и статистика, 2008. – 157 с.
245. Знаменский, В.В. Динамика экономических систем и циклы // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2012. – № 9 (45). – С. 45.
246. Зуховицкий, С. Математические методы сетевого планирования / С. Зуховицкий, И.А. Радчик. – М.: Наука, 1965. – 296 с.
247. Иванов, Г.И. Формулы творчества, или Как научиться изобретать / Г.И. Иванов. – М.: Просвещение, 1994. – 208 с.
248. Ивашковская, И.В. Моделирование стоимости компании. Стратегическая ответственность совета директоров / И.В. Ивашковская – М.: ИНФРА-М, 2009. – 430 с.
249. Ивашковская, И.В. Финансовые измерения корпоративных стратегий. Стэйкхолдерский подход: Монография. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 211 с.
250. Ивченко, Г.И. Теория массового обслуживания / Г.И. Ивченко, В.А. Каштанов, И.Н. Коваленко. – М.: Либроком, 2015. – 306 с.
251. Имае, М. Кайдзен: ключ к успеху японских компаний / М. Имае; пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. – 274 с.

252. Инновационные модели и инструменты управления промышленным предприятием: монография / С.В. Волков, Ю.В. Гапоненко, Г.С. Мерзликина, О.А. Минаева, Е.К. Пономарева, В.Ф. Трунина, О.М. Шаталова, С.А. Шевченко; под науч. ред. Г. С. Мерзликиной. – Волгоград: ВолгГТУ, 2015. – 112 с.
253. Ионин, А. Мир контролирует тот, кто контролирует технологии [Электронный ресурс]. – URL: <http://vz.ru/society/2014/12/1/647165.html>.
254. Исакова, А.И. Предметно-ориентированные экономические информационные системы / А.И. Исакова. – Томск: ТУСУР, 2016. – 239 с.
255. Ишутина, П.Е. Бюрократическая модель организации М. Вебера: возможности и ограничения ее применения для управления современной компанией [Электронный ресурс] / П.Е. Ишутина // Экономика и менеджмент инновационных технологий. – 2014. – № 3. – Ч. 2. – URL: <http://ekonomika.snauka.ru/2014/03/4602>.
256. Казармщиков, И.Т. Производство металлических конструкционных материалов / И.Т. Казармщиков. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. – 247 с.
257. Казиев, В.М. Введение в анализ, синтез и моделирование систем / В.М. Казиев. – М.: Бином, 2014. – 244 с.
258. Календжян, С.О. Аутсорсинг и делегирование полномочий в деятельности компаний: дис. ... д-ра. эконом. наук / Календжян Сергей Оганович. – М., 2003. – 305 с.
259. Капинос, Д.Е. Место архитектурного подхода в управлении и его практические выгоды / Д.Е. Капинос // Менеджмент инноваций. – 2016. – № 2. – С. 114–123.
260. Капинос, Д.Е. Системный подход в управлении: что такое архитектура предприятия и зачем она нужна / Д.Е. Капинос // Менеджмент сегодня. – 2016. – № 1. – С. 20–30.
261. Каплан Роберт С., Нортон Дейвид П. Стратегическое единство: создание синергии организации с помощью сбалансированной системы показателей: пер. с англ. – М.: ООО ИД «Вильямс», 2006. – 384 с.
262. Каплан, Р. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию / Р. Каплан, Д. Нортон. – М.: Олимп-Бизнес, 2003. – 214 с.

263. Квейд, Э. Анализ сложных систем / Э. Квейд. – М.: Сов. радио, 1969. – 520 с.
264. Кендалл, И. Современные методы управления портфелями проектов и офис управления проектами: Максимизация ROI / И. Кендалл, К. Роллинз. – М.: ПМСОФТ, 2004. – 338 с.
265. Кирпичников, А.П. Методы прикладной теории массового обслуживания / А.П. Кирпичников. – М.: Едиториал УРСС, Ленанд, 2018. – 228 с.
266. Кларк, У. Графики Ганта. Учет и планирование работы / У. Кларк; пер. с англ. – М., Л.: Техника управления, 1931. – 124 с.
267. Клейнер, Г.Б. Производственные функции. Теория, методы, применение / Г.Б. Клейнер. – М.: Финансы и статистика, 1986. – 239 с.
268. Клиланд, Д., Кинг, В. Системный анализ и целевое управление / Д. Клиланд, В. Кинг; пер. с англ. М.М. Горяинова, А.В. Горбунова. – М.: 1974. – 280 с.
269. Княгинин, В.Н. Развитие передовых производственных технологий: новая промышленная революция / В.Н. Княгинин // Менеджмент инноваций. – 2014. – № 3. – С. 220–231.
270. Когденко, В.Г. Управление стоимостью компании. Ценностно-ориентированный менеджмент / В.Г. Когденко. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 447 с.
271. Кожевникова, Е.А. Доходный метод: что нужно учесть? / Е.А. Кожевникова [Электронный ресурс] // Справочник экономиста. – 2012. – № 6. – С. 24–34. – Режим доступа: https://www.profiz.ru/se/6_2012/dohodnyj_metod/
272. Кожеуров, В.А. Статистическая термодинамика / В.А. Кожеуров. – М.: Металлургия, 1975. – 175 с.
273. Кожеуров, В.А. Термодинамика металлургических шлаков / В.А. Кожеуров. – Свердловск: Гос. н.-т. изд-во литературы по черной и цветной металлургии, 1955. – 163 с.
274. Козодаев, М. Практика построения проектных офисов (часть 1) / М. Козодаев // Управление проектами и программами. – 2012. – № 3. – С. 202–212.
275. Козодаев, М. Практика построения проектных офисов (часть 2) / М. Козодаев // Управление проектами и программами. – 2012. – № 4. – С. 270–282.

276. Колчин, А.Ф. Управление жизненным циклом продукции / А.Ф. Колчин, М.В. Овсянников, А.Ф. Стрекалов, С.В. Сумароков. – М.: Анахарсис, 2002. – 304 с.
277. Комаров, В.Д. Технологические науки: предмет и структура // Философия и гуманитарные науки в информационном обществе. – 2013. – № 2(2). – С. 37–49.
278. Кон, М. Agile: Оценка и планирование проекта / М. Кон. – М.: Альпина Паблишер, 2018. – 245 с.
279. Кон, М. Scrum. Гибкая разработка ПО / М. Кон. – М.: Вильямс, 2013. – 576 с.
280. Кондаков, И.А. Модернизация российской экономики как императив инновационного развития страны в будущем [Электронный ресурс] / И.А. Кондаков // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2011. – 4(16). – Р. 34–46. – Режим доступа: <http://esc.isert-ran.ru/article/225/full>
281. Кондратьев, Н.Д. Большие циклы и теория предвидения / Н. Кондратьев. – М.: Экономика, 2002. – 762 с.
282. Кононов, В.Н. Управление жизненными циклами промышленных технологий / В.Н. Кононов, Е.С. Замбрицкая, Р.Р. Дема, М.В. Харченко // Вестник Омского ун-та. Сер. «Экономика». – 2018. – № 1 (61). – С. 76–87. – DOI: 10.25513/1812-3988.2018.1.76-87
283. Кононов, В.Н. Управление жизненными циклами промышленных технологий / В.Н. Кононов, Е.С. Замбрицкая, Р.Р. Дема, М.В. Харченко // Вестник Омского ун-та. Сер. «Экономика». – 2018. – № 1 (61). – С. 76–87. – DOI: 10.25513/1812-3988.2018.1.76-87.
284. Концепция построения «умного региона» на территории Свердловской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://d-russia.ru/wpcontent/uploads/2018/06/smart-region-svrdl.pdf>.
285. Коренная, К.А. Интегрированные информационные системы промышленных предприятий: монография / К.А. Коренная, О.В. Логиновский, А.А. Максимов; под ред. А. Л. Шестакова. – Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2012. – 314 с.

286. Коренная, К.А. Информационно-ресурсное обеспечение управления промышленными предприятиями на основе прогнозно-адаптивного подхода / К.А. Коренная, О.В. Логиновский, А.А. Максимов // Информационные ресурсы России. – 2012. – № 2 (126). – С. 16–20.
287. Коробко, В.И. Теория управления / В.И. Коробко. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 383 с.
288. Костенко, Е.П. История менеджмента / Е.П. Костенко, Е.В. Михалкина. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2014. – 606 с.
289. Коупленд Т., Долгофф А. Expectations-Based Management. Как достичь превосходства в управлении стоимостью компании / Пер. Э.В. Кондуковой. – М.: Эксмо, 2009. – 384 с.
290. Коупленд, Т. Стоимость компаний: оценка и управление. / Т. Коупленд, Т. Колер, Дж. Муррин. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2005. – 576 с.
291. Кофман, А. Введение в теорию нечетких множеств / А. Кофман. – М: Радио и связь, 1982. – 432 с.
292. Кофман, А. Введение теории нечетких множеств в управлении предприятиями / А.Кофман, Х.Хил Алуха – Минск, Вышэйшая школа, 1992. – 222 с.
293. Краснощеков, П.С. Принципы построения моделей / П.С. Краснощеков, А.А. Петров – М.: Фазис, 2000. – 424 с.
294. Кремер, Н.Ш. Исследование операций в экономике: учеб. пособие для вузов / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко, И.М. Тришин, М.Н. Фридман; под ред. проф. Н.Ш. Кремера. – М.: ЮНИТИ, 2005. – 407 с.
295. Крылов, А.А. Управление стоимостью промышленных предприятий / А.А. Крылов. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 188 с.
296. Кто из крупных компаний регистрирует больше всего изобретений [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://vlasti.net/news/82703>
297. Кудина, М.В. Стоимостной подход к управлению компанией // Вестник Московского университета. Серия 21. Управление (государство и общество). – 2007. – № 3. – С. 61–81.

298. Кузнецов, М. Показываем бизнес-процессы / М. Кузнецов, В. Кондратьев. – М.: Экспо, 2008. – 256 с.
299. Кузнецова, Н.А. «Продуктный подход» как практический инструмент повышения управляемости сетевых межфирменных организаций / Н.А. Кузнецова, М.М. Ахтямов // *European Social Science Journal*. – 2011. – № 5(8). – С. 423–423.
300. Кулагин, О. Управление по целям. Секреты технологии KPI / О. Кулагин. – М.: Экспо, 2008. – 256 с.
301. Кульга, К.С. Автоматизация технической подготовки и управления производством на основе PLM-системы / К.С. Кульга. – М.: Машиностроение, 2008. – 275 с.
302. Курунов, И.Ф. Перспективы использования в доменной печи неокискованных железосодержащих материалов / И.В. Курунов. – М.: «Металлург», 2003. – № 5. – С. 37–45.
303. Лайкер, Д. Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира / Д. Лайкер. Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 402 с.
304. Лаптев, Д.М. Термодинамика металлургических растворов / Д.М. Лаптев. – Челябинск: Металлургия, Челябинское отделение, 1992. – 352 с.
305. Лисуков, В.В. Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) как основа преобразования функции управления / В.В. Лисуков, Г.М. Мишулин // *Экономика и предпринимательство*. – 2015. – № 12-2 (65). – С. 791–794.
306. Лихолетов, В.В. Системный анализ и проектирование систем управления / В.В. Лихолетов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 160 с.
307. Лихолетов, В.В. Управление инновационной деятельностью / В.В. Лихолетов. – Челябинск: Южно-Уральский государственный университет, 2008. – 153 с.
308. Лихолетов, В.В. Теория решения изобретательских задач / В.В. Лихолетов, Б.В. Шмаков. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2009. – 168 с.
309. Логиновский, О.В. Динамика глобального мира [Текст] / О.В. Логиновский. – М.: Машиностроение, 2011. – 1152 с.

310. Логиновский, О.В. Использование детерминированных и стохастических моделей для замены оборудования промышленных предприятий / О.В. Логиновский, Я.Д. Гельруд, А.В. Голлай // Проблемы управления. – 2019. – №4. – С. 58-64. – DOI: <http://doi.org/10.25728/pu.2019.4.6>

311. Логиновский, О.В. Математические модели оценки деятельности промышленных предприятий в условиях нестабильности / О.В. Логиновский, О.И. Дранко, А.В. Голлай // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2018. – Т. 18, № 4. – С. 88–102. DOI: 10.14529/ctcr180409.

312. Логиновский, О.В. Повышение эффективности работы предприятия на основе современных управленческих технологий и информационно-аналитических систем / О.В. Логиновский, К.А. Коренная // Автоматизация и управление промышленными предприятиями: докл. науч.-техн. конф. всерос. форума «Информационное общество-2015: вызовы и задачи». – Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2015. – С. 4–38.

313. Логиновский, О.В. Современные информационные технологии и необходимость повышения качества управления организационными и корпоративными структурами / О.В. Логиновский, А.Л. Шестаков, А.В. Голлай // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2019. – Т. 19, № 3. – С. 116–125. DOI: 10.14529/ctcr190311

314. Логиновский, О.В. Управление и стратегии / О.В. Логиновский. – Челябинск: Изд-во Оренбургского университета и Южно-Уральского государственного университета, 2001. – 704 с.

315. Логиновский, О.В. Управление промышленным предприятием / О.В. Логиновский, А.А. Максимов. – Москва: Машиностроение-1, 2006. – 574 с. (Серия: Управление: теория и практика: науч. изд.: в 5 т. / под общ. ред. Логиновского О.В.).

316. Логиновский, О.В. Управление промышленным предприятием: Научное издание. Т.1 [Текст] / О.В. Логиновский, А.А. Максимов. – М.: Машиностроение-1, 2006. – 576 с.

317. Логиновский, О.В. Управление промышленными предприятиями: стратегии, механизмы, системы: монография / О.В. Логиновский, А.А. Максимов, В.Н. Бурков, И.В. Буркова, Я.Д. Гельруд, К.А. Коренная, А.Л. Шестаков. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 410 с.
318. Логиновский, О.В. Управление развитием региона / О.В. Логиновский, Н.М. Рязанов. – М.: Машиностроение-1, 2006. – 560 с.
319. Логиновский, О.В. Корпоративное управление: научное издание. Т.2 / О.В. Логиновский, А.А. Максимов. – М.: Машиностроение-1, 2007. – 624 с.
320. Луйстер, Т. Бережливое производство: от слов к делу / Т. Луйстер, Д. Теппинг / – М.: РИА «Стандарты и качество», 2008. – 132 с.
321. Лукашин, Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов / Ю.П. Лукашин. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 416 с.
322. Львов Д.С. Эффективность управления техническим развитием / Д.С. Львов. – М.: Экономика, 1990. – 255 с.
323. Львов, Д.С. Эффективность управления техническим развитием / Д.С. Львов. – М.: Экономика, 1990. – 255 с.
324. Львов, Д.С., Глазьев, С.Ю. Теоретические и прикладные аспекты управления НТП / Д.С. Львов, С.Ю. Глазьев // Экономика и математические методы. – 1986. – № 5. – С. 793–804.
325. Ляндау, Ю.В. Концепция зрелости бизнес-процессов / Ю.В. Ляндау, К.А. Черницова // Инновации и инвестиции. – 2013. – № 7. – С. 110–113.
326. Магданов, П.В. Теория конкурентных преимуществ как основа концепции стратегического планирования // П.В. Магданов // Стратегическое и проектное управление: сб. науч. ст. – Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2013. – Вып. 5. – С. 71–82.
327. Магданов, П.В. Интеграция структурно-функционального и программно-целевого подходов к управлению / П.В. Магданов // В книге «Проблемы теории и практики стратегического планирования». – 2015. – С. 16–30.
328. Макиенко, В.М. Применение метода термодинамических расчетов для определения хода химических преобразований при электродуговом процессе

сварки / В.М. Макиенко, П.В. Соколов, Д.Г. Перваков // Вестник института тяги и подвижного состава. – 2015. – № 11. – С. 31–37.

329. Максимов, А.А. Адаптивное управление промышленной корпорацией в условиях неопределенности (на примере ферросплавных производств) [Текст] / А.А. Максимов, К.А. Коренная, О.В. Логиновский // Проблемы теории и практики управления. – М. – 2012. – № 9–10. – С. 145–150.

330. Максимов, А.А. Значимость основных факторов производства для современного крупного металлургического предприятия и развитие теории корпоративного управления [Текст] / А.А. Максимов, К.А. Коренная // Научный журнал «Известия ВУЗов. Уральский регион», 2011. – № 1. – С. 42–49.

331. Максимов, А.А. Методология управления промышленным предприятием на основе комплексной автоматизированной информационной системы: на примере ферросплавных производств: дисс. ... докт. техн. наук. 05.13.10 / Максимов Александр Александрович. – Челябинск, 2006. – 482 с.

332. Малышев, Н.Г. Нечеткие модели для экспертных систем в САПР/ Н.Г.Малышев, Л.С. Берштейн, А.В.Боженюк. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 135 с.

333. Манифест Agile [Электронный ресурс]. – Режим доступа – <http://agilemanifesto.org>.

334. Маркс, К. Капитал. Критика политической экономии. Т.1.Кн.1: Процесс производства капитала / К. Маркс. – М.: Политиздат, 1988. – 891 с.

335. Маркс, К. Сочинения / К. Маркс, Ф. Энгельс. – М.: Политиздат, 1960, Т. 23. – 907 с. Глава XIII «Машины и крупная промышленность».

336. Мартин Джон Д., Петти Вильям Дж. VBM – управление, основанное на стоимости. – Днепропетровск: «Баланс Бизнес Букс», 2006. – 272 с.

337. Мартино, Дж. Технологическое прогнозирование / Дж. Мартино. – М.: Прогресс, 1977. – 591 с.

338. Мартынов, О.Ю. Жизненный цикл технологий в производстве наукоемкой продукции / О.Ю. Мартынов // Вектор науки тольяттинского государственного университета. – 2012. – № 1. – С. 69–72.

339. Маслоу, А. Маслоу о менеджменте: Самоактуализация. Просвещенный менеджмент. Организационная теория / А. Маслоу.; пер. с англ. – СПб. и др.: Питер, 2003. – 413 с.
340. Маслоу, А. Мотивация и личность / А. Маслоу. Пер. с англ. – СПб. и др.: Питер, 2010. – 351 с.
341. Матвеев, А.А. Модели и методы управления портфелями проектов / А.А. Матвеев, Д.А. Новиков, А.В. Цветков – М.: ПМСОФТ, 2005. – 206 с.
342. Мауэргауз, Ю.Е. «Продвинутое» планирование и расписание (AP&S) в производстве и цепочках поставок / Ю.Е. Мауэргауз – М.: Экономика, 2012. – 574 с.
343. Мелешенко, Ю.С. Техника и закономерности ее развития / Ю.С. Мелешенко. – Л.: Лениздат, 1970. – 248 с.
344. Миронов, В.В., Ситуационный подход к управлению: истоки и перспективы / В.В. Миронов, К.А. Конев, Г.Р. Шакирова // Автоматизация и управление в технических системах. – 2013. – № 4-2 (7). – С. 111–118. – DOI: 10.12731/2306-1561-2013-4-37.
345. Михеева, Т.В. Обзор существующих программных средств имитационного моделирования при исследовании механизмов функционирования и управления производственными системами / Т.В. Михеева // Известия Алтайского государственного университета. – 2009. – №1. – С. 89–90.
346. Моделирование систем и процессов: учебник для академического бакалавриата / В.Н. Волкова, Г.В. Горелова, В.Н. Козлов [и др.]; под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 450 с. – Серия: Бакалавр. Академический курс.
347. Мухамедиева, Д. Разработка нечетких моделей задач принятия решений / Д. Мухамедиева. – Palmarium Academic Publishing, 2014. – 196 с.
348. Мятин, Е. Apple iPhone [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ixbt.com/td/iphone.shtml>.
349. Надежность и эффективность в технике: справочник: в 10 т. / ред. совет: В.С. Авдуревский (пред.) и др.; под общ. ред. В. Ф. Уткина, Ю. В. Крючкова. – Т. 3. Эффективность технических систем. – М.: Машиностроение, 1988. – 328 с.

350. Недосекин, А.О. Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций / А.О.Недосекин. – СПб, 2002. – 180 с.
351. Непомилуев, В.В. Применение модифицированной модели Нориаки Кано для оценки целесообразности совершенствования параметров качества процесса / В.В. Непомилуев, Е.Ю. Соколова // Вестник рыбинской государственной авиационной технологической академии им. П.А. Соловьева. – 2013. – № 4(27). – С. 53–57.
352. Николаевская, О.А. Управление развитием промышленных предприятий на основе стоимостного подхода / О.А. Николаевская. – М.: Креативная экономика, 2013. – 152 с.
353. Никулин, Л.Л. Размышления о хаосе и менеджменте / Л.Л. Никулин, И.В. Синько // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2014. – № 11. – С. 15–33.
354. Новак, В. Системный анализ, эволюционный подход в биологии и диалектический материализм / Диалектика и системный анализ: АН СССР. – М.: Наука, 1986. – С. 38–46.
355. Новиков, В.К. Полимерная модель бинарных силикатных расплавов, учитывающая переменную функциональность мономера / В.К. Новиков, Г.А. Топорищев // I Всесоюзн. конференция по строению и свойствам металлических и шлаковых расплавов, Свердловск, 17–19 сентября 1986 г.: Тезисы науч. сообщений, ч. 3. – Свердловск: ИМЕТ УНЦ АН СССР, 1986. – С. 17–19.
356. Новиков, Д.А. Теория управления организационными системами / Д.А. Новиков. – М.: Изд-во физ.-мат. лит., 2012. – 604 с.
357. Новиков, А.М. Методология / А.М. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: СИНТЕ, 2007. – 668 с.
358. Новиков, Д.А. Методология управления / Д.А. Новиков. – М.: Либроком, 2011. – 128 с. (Серия «Умное управление»)
359. Новиков, Д.А. Модели и методы организационного управления инновационным развитием фирмы / Д.А. Новиков, А.А. Иващенко. – М.: КомКнига, 2006. – 332 с.

360. Новиков, Д.А. Управление проектами: организационные механизмы / Д.А. Новиков. – М.: ПМСОФТ, 2007. – 140 с.
361. Нойманн, Э. Качество на уровне шесть сигма / Э. Нойманн, С. Хойсингтон. – М.: Баланс Бизнес-Букс, 2004. – 440 с.
362. О текущей ситуации и основных тенденциях в черной металлургии России [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.russtal.ru/uploads/RSA__13.11.2018.pdf
363. Обзор рынка черной металлургии Исследовательский центр компании «Делойт» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www2.deloitte.com/ru/ru/pages/research-center/articles/overview-of-steel-and-iron-market.html>
364. О'Лири, Д. ERP системы – Современное планирование и управление ресурсами предприятия / Д. О'Лири. – М.: Вершина, 2004. – 272 с.
365. Ольве, Н. Оценка эффективности деятельности компании. Практическое руководство по использованию сбалансированной системы показателей: пер. с англ. / Н. Ольве, Ж. Рой, М. Веттер. – М.: Издательский дом «Вильяме», 2004. – 304 с.
366. Оно, Т. Производственная система Тойоты. Уходя от массового производства / Т. Оно. – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2008. – 194 с.
367. Оптнер, С.Л. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем / С.Л. Оптнер. – М.: Советское радио, 1962. – 216 с.
368. Орлов, М. Основы классической ТРИЗ. Практическое руководство для изобретательного мышления / М.Орлов. – М.: Солон-Пресс, 2008. – 432 с.
369. Орловский, С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации / С.А. Орловский. – М: Наука, 1981. – 208 с.
370. Осипов, В.С. Управление цепочкой ценности: монография / В.С. Осипов. – М.: ИПКГосслужбы, 2011. – 337 с.
371. Основы теории управления / под ред. В.Н.Парахиной, Л.И. Ушвицкого. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 560 с.

372. Официальный сайт «World Intellectual Property Organization» (WIPO). Рейтинг World Intellectual Property Indicators 2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_941_2018.pdf

373. Официальный сайт ЮНКТАД [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://unctad.org/en/Pages/Home.aspx>.

374. Павлов, А. Китай: трансформация из большого в сильного [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://chinalogist.ru/book/articles/analitika/kitay-transformaciya-iz-bolshogo-v-silnogo>.

375. Павлов, Н.В. Управление жизненным циклом продукта / Н.В. Павлов – СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2014. – 219 с.

376. Паин, А.А. Прогнозирование макро- и микроэкономических показателей в динамике как стохастических функций времени // Сборник материалов международной научной конференции «Современные технологии управления – 2014», Москва, 14–15 июля 2014 г. – Киров: Изд-во «Международный центр научно-исследовательских проектов», 2014. – С. 396–407.

377. Паламарчук, В.П. Оценка компании для обоснования стратегических решений / В.П. Паламарчук – М.: ВШФМ АНХ при Правительстве РФ, 2009. – 285 с.

378. Патент № 2445346 Российская Федерация МПК C10L5/00, C21B5/00 – Пылеугольное топливо для доменной печи / Ю.В. Филатов, М.А. Ильяшов, А.В. Емченко, А.И. Гордиенко, Е.И. Збыковский, Б.П. Крикунов, В.М. Замуруев. – № 2010146434/04; заявл. 15.11.2010; опубл. 20.03.2012, Бюл. № 8. – 9 с.

379. Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат. – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2017. – 798 с.

380. Пелих, А.С. Экономико-математические методы и модели управления производством / А.С. Пелих, Л.Л. Терехов, Л.А. Терехова – Ростов-на-Дону: Феникс, 2005. – 256 с.

381. Петров, В.М. Законы организации технических систем [Электронный ресурс] / В.М. Петров – Тель-Авив, 2002. – Режим доступа: <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-06-organ-ts.pdf>

382. Петров, В.П. Закон увеличения степени идеальности [Электронный ресурс] / В.П. Петров. – Тель-Авив, 2002. – Режим доступа: <http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/zrts-08-ideal.pdf>

383. Петров, В.М. Закономерности развития потребностей [Электронный ресурс] / В.М. Петров – Тель-Авив, 2002. – Режим доступа: http://www.trizland.ru/trizba/pdf-books/laws_development_needs.pdf

384. Петров, В.М. Система законов развития техники как инструмент прогнозирования [Электронный ресурс] / В.М. Петров // Методы прогнозирования на основе ТРИЗ. Сборник научных трудов. Библиотека Саммита разработчиков ТРИЗ. – 2010. – Вып. 3. – Режим доступа: <http://www.metodolog.ru/00787/00787.pdf>

385. Петухов, Г.Б. Основы теории эффективности целенаправленных процессов. Часть. 1. Методология, методы, моделирование / Г.Б. Петухов. – М.: Министерство обороны СССР, 1989 – 635 с.

386. Пикалов, И.Ю. Обучение сетевым моделям в курсе «информационные технологии управления» при подготовке студентов по специальности «менеджмент организации»: дисс. ... канд. пед. наук. 13.00.12 / Пикалов Иван Юрьевич. – Курск, 2007. – 169 с.

387. Пиленко, А.А. Право изобретателя. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Статус, 2005. – С. 64–66. – 779 с. – (Классика российской цивилистики).

388. Пихлер, Р. Управление продуктом в Scrum. Agile-методы для вашего бизнеса / Р. Пихлер. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017. – 460 с.

389. Планкетт, Л., Хейл, Г. Выработка и принятие управленческих решений: Опережающее управление / Л. Планкетт, Г. Хейл.; сокр. пер. с англ. – М.: Экономика, 1984. – 167 с.

390. Погостинский, Ю.А. Нормативные модели системного анализа хозяйственной деятельности предприятия: Монография / Погостинский, Ю.А. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 1999. – 191 с.

391. Половинкин, А.И. Законы строения и развития техники / А.И. Половинкин. – Волгоград: Волгоградский политехнический институт, 1985. – 208 с.

392. Пономаренко, А.Г. Термодинамика металлургических шлаков с учетом их электронного строения.: дисс...докт. техн. наук: 05.16.02 / Пономаренко Александр Георгиевич. – М., –1976. – 139 с.

393. Попендик, М., Попендик, Т. Бережливое производство программного обеспечения. От идеи до прибыли / М. Попендик, Т. Попендик. – М.: Вильямс, 2010. – 257 с.

394. Попов, В.Н. Системный анализ в менеджменте / В.Н. Попов, В.С. Касьянов, И.П. Савченко – М.: КНОРУС, 2015. – 302 с.

395. Попов, В.П. Теория и анализ систем / В.П. Попов, И.В. Крайнюченко. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. – 250 с.

396. Портер, М. Конкуренция / М. Портер. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2018. – 608 с.

397. Портной М.А., Рей А.И. Инструменты конкурентной борьбы на мировых рынках: микроэлектронная отрасль США // США и Канада: экономика, политика, культура. – 2002. – № 6. – С. 37–53.

398. Поспелов, Г.С. Программно-целевое планирование и управление / Г.С. Поспелов, В.А. Ириков. – М.: Советское радио, 1976. – 440 с.

399. Постфордизм. Концепции, институты, практики / Т. Круглова, Н. Черняева, П. Гилен, В. Мартьянов, С. Кропотов, С. Сассен, М. Меерович, М. Ильченко, Д. Гартман, Т. Каминер. – М.: Российская политическая энциклопедия, 2015. – 280 с.

400. Прикладные нечеткие системы / Под ред. Тэтано Т., Асаи К., Сугэно. – М: Мир, 1993. – 368 с.

401. Проблемы программно-целевого планирования и управления / Под редакцией Г.С. Поспелова. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1981. – 464 с.

402. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [Электронный ресурс] –

Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>

403. Программа развития цифровой экономики в Российской Федерации до 2035 года [Электронный ресурс] // URL: <http://spkurdyumov.ru/uploads/2017/05/strategy.pdf> (дата обращения 27.02.2019)

404. Проект цифровизации городского хозяйства «умный город» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.minstroyrf.ru/trades/gorodskaya-sreda/proekt-tsifrovizatsii-gorodskogo-khozyaystva-umnyy-gorod>.

405. Прохоров, Ю.Ф. Основы функционально-стоимостного анализа систем / Ю.Ф. Прохоров, В.В. Лихолетов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2001. – 122 с.

406. Прудский, В.Г. Эволюция современного менеджмента в свете перехода к шестому технологическому укладу индустриального производства / В.Г. Прудский, И.В. Бойцов // Сборник научных статей «Теория и практика корпоративного менеджмента». – Пермь, 2016. – С. 171–180.

407. Пурлик, В.М. Управление компанией с ориентацией на рост стоимости бизнеса // Государственное управление. Электронный вестник. – 2018. – № 69. – С. 127–154.

408. Пурлик, В.М. Управление компанией с ориентацией на рост стоимости бизнеса / В.М. Пурлик // Государственное управление. электронный вестник. – 2018. – № 69. – С. 127–154.

409. Пуха, Ю. Всемирный обзор реализации концепции «Индустрия 4.0» за 2016 год [Электронный ресурс]. – URL: http://www.pwc.ru/ru/technology/assets/global_industry-2016_rus.pdf (дата обращения: 11.10.2017).

410. Райф, Х. Анализ решений. Введение в проблему выбора в условиях неопределенности / Х. Райф. – М: Наука, 1989. – 408 с.

411. Растимешин, В.Е., Куприянова, Т.М. Упорядочение. Путь к созданию качественного рабочего места / В.Е. Растимешин, Т.М. Куприянова. – М.: Стандарты и качество, 2005. – 192 с.

412. Реген, В. Самоорганизация как фактор конкурентоспособности компании / В. Реген. – СПб: Стройиздат СПб, 2004. – 106 с.

413. Рельян, Я.Р. Аналитическая основа принятия управленческих решений / Я.Р. Рельян. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 206 с.
414. Репин, В.В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов / В.В. Репин. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 544 с.
415. Ридли, М. Эволюция всего / М. Ридли. Янг; пер. с англ. – М.: Издательство «Э», 2017. – 384 с.
416. Родзин, С.И. NBIC-технологии, искусственный интеллект и электронная культура / С.И. Родзин, И.Н. Титаренко // Информатика, вычислительная техника и инженерное образование. – 2013. – № 2(13). – С.1–12.
417. Романов, А.А. Базовый подход к идентификации критических технологий: определение важнейших инженерных характеристик / А.А. Романов, Д.А. Шпотя // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. – 2016. – №3(3). – С. 63–75.
418. Россия в цифрах. 2018 [Электронный ресурс] / Крат. стат. сб. – М.: Росстат, 2018. – 522 с. – Режим доступа: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2018/rusfig/rus18.pdf.
419. Рош, Дж. Стоимость компании: От желаемого к действительному / Дж. Рош. – Минск: Гревцов Пабlishер, 2008. – 341 с.
420. Саак, А.Э. Информационные технологии управления / А.Э. Саак, Е.В. Пахомов, В.Н. Тюшняков – СПб.: Питер, 2013. – 575 с.
421. Саак, А.Э., Тюшняков, В.Н. Теория управления / А.Э. Саак, В.Н. Тюшняков. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2003. – 128 с.
422. Сазерленд, Д. Постигая SCRUM. Революционный метод управления проектами / Д. Сазерленд. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014.
423. Сайт консорциума DSDM [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dsdm.org/>
424. Саркисян, С.А. Теория прогнозирования и принятия решений / С.А. Саркисян, В.И. Каспин, В.А. Лисичкин, Э.С. Минаев, Г.С. Пасечник. – М.: Высшая школа, 1977. – 351 с.

425. Селиванов, С.Г. Методы и модели управления сменой технологических укладов в системе научно-технологической подготовки производства / С.Г. Селиванов, О.Ю. Паньшина // Вестник УГАТУ. – 2010. – Т. 14. – № 1(36). – С. 74–79.
426. Семенова, Е.А. Новая индустриализация: тенденции и перспективы / Е.А. Семенова // Проблемы национальной стратегии. – 2015. – № 5(32). – С. 185–203.
427. Семенюк, Е.В. Управление по целям в менеджменте социально-экономической системы // Вопросы экономики и управления. – 2017. – № 3. – С. 27–29. – URL: <https://moluch.ru/th/5/archive/65/2508/>
428. Симонов, П.М. Экономико-математическое моделирование. Моделирование микро- и макроэкономических процессов и систем / П.М. Симонов. – Пермь, Пермский государственный университет, 2010. – 422 с.
429. Синго, С. Изучение производственной системы Тойоты с точки зрения организации производства. – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2006. – 312 с.
430. Славянов, А.С., Хрусталева, Е.Ю. Исторические тенденции экономической глобализации / А.С. Славянов, Е.Ю. Хрусталева // Политематический сетевой электронный научный журнал кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 133. – С. 882–891. – DOI: 10.21515/1990-4665-133-067.
431. Соколов, Ю.Н. Общая теория цикла и метод познания / Ю.Н. Соколов. – Ставрополь: Изд-во Северо-Кавказского гос. технического ун-та, 2004. – 178 с.
432. Соколов, Ю.Н. Цикл как основа мироздания / Ю.Н. Соколов. – Ставрополь: Изд-во Северо-Кавказского гос. технического ун-та, 2006. – 172 с.
433. Соколова, Л.Г. Совершенствование методов менеджмента промышленных предприятий в разрезе подходов к управлению / Л.Г. Соколова, В.А. Оглоблин // Baikal Research Journal. – 2018. – Т. 9. – № 1. – DOI: 10.17150/2411-6262.2018.9(1).8.
434. Сомина, И.В., Локтюшов, Н.А. Оценка коммерческой эффективности инновационных проектов на основе инвестиционной привлекательности бизнеса // Белгородский экономический вестник. – 2014. – № 2(74). – С. 12–20.

435. Соснин, Э.А., Пойзнер, Б.Н. Из небытия в бытие: творчество как целенаправленная деятельность. – Томск: STT, 2011. – 520 с.
436. Спасенных, М.Ю. Инновационный бизнес: корпоративное управление НИОКР / М.Ю. Спасенных. – М.: Изд-во «Дело» АНХ, 2010. – 148 с.
437. Спиридонова, А.А. Риск-ориентированный подход в системе менеджмента качества промышленного предприятия: проблема выбора методов управления рисками / А.А. Спиридонова, Е.Г. Хомутова // Организатор производства. – 2017. – Т. 25. – № 2. – С.92–100. – DOI: 10.25065/1810-4894-2017-25-2-92-100
438. Стеллман, Э. Постигая Agile. Ценности, принципы, методологии / Э. Стеллман, Д. Грин. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017. – 448 с.
439. Стратегическое управление предпринимательской организацией в условиях цифровой экономики / Под ред. Г.С. Мерзликиной. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2018. – 140 с.
440. Сурмин, Ю.П. Теория систем и системный анализ. Киев: МАУП, 2003. – 368 с.
441. Суслопаров, А.В. Инвестиционный проект как портфель реальных опционов / А.В. Суслопаров. – Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. – 2008. – № 61. – С. 258–260.
442. Таха, Х.А. Введение в исследование операций, 8-е издание: Пер. с англ. / Х.А. Таха – М.: Издательский дом «Вильямс», 2016. – 912 с.
443. Таха, Хемди А. Введение в исследование операций, 7-е издание.: пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 912 с.
444. Тебекин, А.В. Школа количественного подхода к управлению и возможности использования ее положений для развития современного менеджмента / Тебекин, А.В., Тебекин П.А., Тебекина А.А. // Журнал исследований по управлению. – 2018. – Т. 4. – № 8. – С. 52–61. – DOI: 10.12737/article_5b89416dc565e5.09640825.
445. Тейлор, Ф.У. Принципы научного менеджмента / Ф.У. Тейлор.; пер. с англ. – М.: Контроллинг, 1991. – 104 с.
446. Тенденции развития современной металлургии и новые процессы получения железа [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<https://metalspace.ru/production-science/technology/iron-furnace/281-tendentsii-razvitiya-sovremennoj-metallurgii-i-novye-protsessy-polucheniya-zheleza.html>

447. Техническое творчество: теория, методология, практика. Энциклопедический словарь-справочник / под ред. А.И. Половинкина, В.В. Попова. – М.: НПО «Информ-система», 1995. – 205 с.

448. Технологии умных городов: что влияет на выбор горожан? McKinsey Center for Government. Июль 2018 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Public Sector/Our Insights/Smart city solutions What drives citizen adoption around the globe/smartcitizenbook-rus.ashx>.

449. Тейт, У. Голдратт и теория ограничений. Квантовый скачок в менеджменте / У. Тейт. – Минск: Попурри, 2015. – 335 с.

450. Тимиргалеева, Р.Р. Комплексный подход к управлению предприятием / Р.Р. Тимиргалеева // NOVAINFO.RU. – 2016. – Т. 2. – № 55. – С. 384–388.

451. Тимофеева, А.А., Буренина, И.В. Выявление оптимального метода оценки стоимости нефтегазовой компании в современных условиях развития экономики России // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2007. – № 1. – С. 1–17 [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://ogbus.ru/files/ogbus/authors/Timofeeva/Timofeeva_1.pdf

452. Толковый словарь русского языка в 3-х томах / Под ред. Д.Н. Ушакова. – М.: Изд-во «Вече», Мир книги, 2001.

453. Толстолицкий, А.А. Анализ и оптимизация технологии выплавки и внепечного рафинирования стали с использованием обобщенной термодинамической модели сталеплавильных процессов: дисс. ... кан. тех. наук. 05.16.02 / Толстолицкий Алексей Александрович. – Москва, 2004. – 191 с.

454. Томпсон, А.А., Стрикленд, А.Дж. Стратегический менеджмент. Концепции и ситуации для анализа / А.А. Томпсон, А.Дж. Стрикленд; пер. с англ; под ред Н.М. Макаровой. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 928 с.

455. Топ-7 методов управления проектами: Agile, Scrum, Kanban, PRINCE2 и другие [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pmservices.ru/project->

management-news/top-7-metodov-upravleniya-proektami-agile-Scrum-kanban-prince2-i-drugie

456. Трифонов, Ю.В. Российская модель метода реальных опционов / Ю.В. Трифонов, Е.В. Кошелев, А.В. Купцов // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2012. – № 2(1). – С. 238–243.

457. Трофимов, В.В. Информационные системы и технологии в экономике и управлении / В.В. Трофимов. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 542 с.

458. Украинцев, Б.С. Связь естественных и общественных наук в техническом знании. В кн.: Синтез современных научных знаний / Б.С. Украинцев. – М.: Наука, 1973. – С. 77–90.

459. Умное управление проектами: учебное пособие / С.А. Баркалов, В.Н. Бурков, Я.Д. Гельруд, А.В. Голлай и др.; под ред. чл.-корр. РАН Д.А. Новикова. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 189 с.

460. Управление – это наука и искусство / А. Файоль, Г. Эмерсон, Ф. Тейлор, Г. Форд; сост. Г.Л. Подвойский. – М.: Республика, 1992. – 349 с.

461. Управление проектом. Основы проектного управления: учебник / Кол. авторов под ред. М.Л. Разу. – М.: КНОРУС, 2007. – 768 с.

462. Управление технологией и инновациями в Японии: сборник статей: пер. с англ. / [ред. Корнелиус Херстатт и др.]. – М.: Волтере Клу-вер, 2009. – 512 с.

463. Фабрицио, Т., Тэппинг Д. 5S для офиса: как организовать эффективное рабочее место / Томас Фабрицио, Дон Тэппинг. – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2008. – 214 с.

464. Фатхутдинов, Р.А. Стратегический менеджмент / Р.А. Фатхутдинов. – 9-е изд., испр. и доп. – М.: Дело, 2008. – 448 с.

465. Федеральная служба государственной статистики РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.gks.ru>

466. Филлипс, Д. Методы анализа сетей / Д.Филлипс, А.Гарсиа-Диас. – М.: Мир, 1984. – 496 с.

467. Философский словарь / Под ред. И.Т. Фролова. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Республика, 2001. – 719 с.

468. Фирсова, А.А. Основные характеристики реальных опционов при реализации инновационных проектов / А.А. Фирсова // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Экономика. Управление. Право. – 2018. – Т. 18, вып. 2. – С. 162–168. – DOI: 10.18500/1994-2540-2018-18-2-162-168.
469. Форд, Г. Моя жизнь, мои достижения / Г. Форд. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 206 с.
470. Форд, Г. Сегодня и завтра: организация управления в автомобильной промышленности США / Г. Форд. – М.: Финансы и статистика, 1992. – 237 с.
471. Хаммер, М. Быстрее, лучше, дешевле. Девять методов реинжиниринга бизнес-процессов / М. Хаммер, Л. Хершман – М.: Альпина Паблишер, 2017. – 352 с.
472. Хаммер, М. Реинжиниринг корпорации. Манифест революции в бизнесе / М. Хаммер, Д. Чампи – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2011. – 288 с.
473. Ханика, Ф.П. Новые идеи в области управления. Руководство для управляющих / Ф.П. Ханика. – М.: Прогресс, 1968. – 124 с.
474. Харрингтон, Дж. Управление качеством в американских корпорациях / Дж. Харрингтон. – М.: Экономика, 1990. – 272 с.
475. Хохлов, Е.М. Процессный подход как центральная форма восточноевропейского менеджмента в XXI в. / Е.М. Хохлов, А.М. Аль-Аммори // Менеджмент сегодня. – 2007. – № 2. – С. 68–77.
476. Храпко, С.А. Термодинамическая модель системы металл-шлак для АСУ и машинных экспериментов по оптимизации технологии сталеплавильного процесса: дисс. ... канд. техн. наук: 05.16.02 / Храпко Сергей Александрович. – Донецк, 1990. – 81 с.
477. Хушт, Н.И., Потапенко А.В. Технологические уклады и перспективы России в освоении шестого // Научный форум. Сибирь. – 2015. – № 1. – С. 89–91.
478. Цыгичко, В.Я. Прогнозирование социально-экономических процессов / В.Я. Цыгичко. – М.: Финансы и статистика, 1986. – 207 с.
479. Чернозуб, О. Жизнь после кризиса: Стоимостной подход к управлению частной компанией / О. Чернозуб. – М.: Альпина Паблишерз, 2009. – 246 с.

480. Четвертая промышленная революция. Популярно о главном технологическом тренде XXI века [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Четвертая_промышленная_революция_\(Industry_4.0\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Четвертая_промышленная_революция_(Industry_4.0)) (дата обращения: 11.10.2017).
481. Шарп, У. Инвестиции / Шарп У., Александер Г., Бэйли Дж. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 1028 с.
482. Шаталов, А. Теория нечетких множеств в оценке эффективности проектов / А. Шаталов. – LAP Lambert Academic Publishing, 2012 – 96 с.
483. Шаталова, О.М. Теоретические подходы к оценке эффективности в управлении технологическими инновациями на предприятиях промышленности / О.М. Шаталова // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. – 2015. – № 4(68). – С. 40–42.
484. Шваб, К. Технологии Четвертой промышленной революции / К. Шваб, Н. Дэвис – М.: «Эксмо», 2018. – 320 с.
485. Шваб, К. Четвертая промышленная революция / К. Шваб – М.: «Эксмо», 2016. – 208 с.
486. Шелдрейк, Д. Дуглас МакГрегор и человеческая сторона предприятия / Д. Шелдрейк. – М.: Аспект Пресс, 2005. – 254 с.
487. Шикин, Е.В. Математические методы и модели в управлении / Е.В. Шикин, А.Г. Чхартишвили – М.: Дело, 2004. – 440 с.
488. Ширяев, В.И. Принятие решений: Математические основы. Статические задачи / В.И. Ширяев, Е.В. Ширяев. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2016. – 208 с.
489. Ширяев, В.И. Финансовые рынки. Стохастические модели, опционы, форварды, фьючерсы / В.И. Ширяев. – М.: Ленанд, 2016. – 490 с.
490. Шпаковский, Н.А. Деревья эволюции / Н.А. Шпаковский. – М.: Пульс, 2006. – 249 с.
491. Шпаковский, Н.А. ТРИЗ. Анализ технической информации и генерация новых идей / Н.А. Шпаковский. – М.: Форум, 2010. – 264 с.

492. Шумпетер, Й.А. Теория экономического развития / Й.А. Шумпетер. – М: Директмедиа Паблишинг, 2008. – 355 с.
493. Щербакова, Е.А. Системный подход к управлению жизненным циклом организации / Е.А. Щербакова // Организатор производства. – 2013. – № 3(58). – С. 28–30.
494. Эддоус, М., Стэнсфилд, Р. Методы принятия решений / М. Эддоус, Р. Стэнсфилд; пер. с англ. под ред. И.И. Елисеевой – М.: ЮНИТИ, 1997. – 590 с.
495. Экклз, Р.Д. Революция в корпоративной отчетности. Как разговаривать с рынком капитала на языке стоимости, а не прибыли / Р.Д. Экклз, Р.Х. Герц, Э.М. Киган, Д.Х. Филлипс. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2002. – 400 с.
496. Эксперты: проект «умный регион» поможет избежать увеличения цифрового неравенства в РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://tass.ru/ekonomika/5365267>.
497. Эмерсон, Г. Двенадцать принципов производительности / Г. Эмерсон. – М.: Бизнес-информ, 1997. – 197 с.
498. Энгельс, Ф. Диалектика природы / Ф. Энгельс. – М.: Издательство политической литературы, 1975. – 360 с.
499. Энгельс, Ф. История винтовки // Собрание сочинений Маркса и Энгельса. Том 15 / Ф. Энгельс. – М.: Государственное издательство политической литературы, 1959. – С. 205–234.
500. Энциклопедия по машиностроению XXL: Оборудование, материаловедение, механика. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://mash-xxl.info/page/182198206227202242147109117032148011177193230091/> (дата обращения: 31.08.2019 г.).
501. Эшби, У.Р. Введение в кибернетику / У.Р. Эшби. – М.: Иностранная литература, 1959. – 432 с.
502. Эшуорт Г., Джеймс П. Менеджмент, основанный на ценности (Value-based-management): как обеспечить ценность для акционеров: пер. с англ. -М.: ИН-ФРА-М, 2006. – 190 с.

503. Яковец, Ю.В. Циклы Кондратьева: теория и история, настоящее и будущее / Ю.В. Яковец – Кондратьевские волны. – 2013. – № 2. – С. 23–30.
504. Янг, С. Системное управление организацией / С. Янг; пер. с англ. – М.: Сов. Радио, 1972. – 455 с.
505. Янч, Э. Прогнозирование научно-технического прогресса / Э. Янч. – М.: Прогресс, 1974. – 592 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А – Физические, химические явления

Таблица А.1 – Физические явления [368]

№	Требуемое действие, свойство	Физическое явление, эффект, фактор, способ
1	Измерение температуры	Тепловое расширение и вызванное им изменение собственной частоты колебаний. Термоэлектрические явления. Спектр излучения. Изменение оптических, электрических магнитных свойств вещества. Переход через точку Кюри. Эффекты Гопкинса и Баркгаузена. Тепловое излучение.
2	Понижение температуры	Теплопроводность. Конвекция. Излучение. Фазовые переходы. Эффект Джоуля-Томпсона. Эффект Ранка. Магнитокалористический эффект. Термоэлектрические явления.
3	Повышение температуры	Теплопроводность. Конвекция. Излучение. Электромагнитная индукция. Вихревые токи. Диэлектрический нагрев. Электронный нагрев. Электрические разряды. Поглощение излучения веществом. Термоэлектрические явления. Сжатие тела. Ядерные реакции.
4	Стабилизация температуры	Фазовые переходы (в том числе переход через точку Кюри). Тепловая изоляция.
5	Индикация положения и перемещения объекта	Введение меток - веществ, преобразующих внешние поля (люминофоры) или создающих свои поля (ферромагнетики), и потому легко обнаруживаемых. Отражение и испускание света. Фотоэффект. Деформация. Рентгеновское и радиоактивное излучения. Электрические разряды. Эффект Доплера. Интерференция.
6	Управление перемещением объектов	Действие магнитным полем на объект или на ферромагнетик, соединенный с объектом. Действие электрическим полем на заряженный или электризующийся объект. Передача давления жидкостями и газами. Механические колебания. Центробежные силы. Тепловое расширение. Световое давление. Пьезоэффект. Эффект Магнуса.
7	Управление движением жидкости и газа	Капиллярность. Осмос. Электроосмос. Эффект Томса. Эффект Бернулли. Волновое движение. Центробежные силы. Эффект Вайссенберга. «Газирование» жидкостей. Эффект Коанда.
8	Управление потоками аэрозолей (пыль, дым, туман)	Электризация. Электрические и магнитные поля. Давление света. Конденсация. Звуковые волны. Инфразвук.
9	Перемешивание смесей	Образование растворов. Ультразвук. Инфразвук. Кавитация. Диффузия. Электрические поля. Магнитное поле в сочетании с ферромагнитным веществом. Электрофорез. Резонанс.

№	Требуемое действие, свойство	Физическое явление, эффект, фактор, способ
10	Разделение смесей	Электро- и магнитосепарация. Изменение кажущейся плотности жидкости - разделителя под действием электродлбктрических и магнитных полей. Центробежные силы. Фазовые переходы. Диффузия. Осмос.
11	Стабилизация положения объекта	Электрические и магнитные поля. Фиксация в жидкостях, твердеющих в магнитном и электрическом полях. Гироскопический эффект. Реактивное движение. Деформация. Сварка, диффузионная сварка. Фазовый переход.
12	Силовое воздействие. Регулирование сил. Создание больших и малых давлений	Действие магнитным полем через ферромагнитное вещество. Фазовые переходы. Тепловое расширение. Центробежные силы. Изменение гидростатических сил путем изменения кажущейся плотности магнитной или электропроводной жидкости в магнитном поле. Применение взрывчатых веществ. Электрогидравлический эффект. Оптикогидравлический эффект. Осмос. Сорбция. Диффузия. Эффект Магнуса.
13	Изменение трения	Эффект Джонсона - Рабека. Воздействие излучением. Явление Крагельского. Колебания. Действие магнитным полем через ферромагнитное вещество. Фазовый переход. Сверхтекучесть. Электроосмос
14	Разрушение объекта	Электрические разряды. Электрогидравлический эффект. Резонанс. Ультразвук. Кавитация. Индуцированное излучение. Фазовые переходы. Тепловое расширение. Взрыв.
15	Аккумулирование механической и тепловой энергии	Упругие деформации. Маховики. Фазовые переходы. Гидростатическое давление. Термоэлектрические явления.
16	Передача энергии (механической, тепловой, электрической)	Деформации. Колебания. Эффект Александра. Волновое движение, в том числе ударные волны. Излучение. Теплопроводность. Конвекция. Явление отражения света (световоды). Индуцированное излучение. Эффект Зеебека. Электромагнитная индукция. Сверхпроводимость. Преобразование энергии из одного вида в другой, более «удобный» для передачи. Инфразвук. Эффект памяти формы.
17	Установление взаимодействия между подвижными (меняющимися) и неподвижными (не меняющимися) объектами	Использование электромагнитных полей (переход от «вещественных» связей к «полевым»). Использование потоков жидкостей и газов. Эффект памяти формы.
18	Измерение размеров объектов	Измерение собственной частоты колебаний. Нанесение и считывание магнитных и электрических параметров. Голография.

№	Требуемое действие, свойство	Физическое явление, эффект, фактор, способ
19	Изменение размеров и формы объектов	Тепловое расширение. Биметаллические конструкции. Деформации. Магнитоэлектрострикция. Пьезоэлектрический эффект. Фазовые переходы. Эффект памяти формы.
20	Контроль состояния и свойств поверхности	Электрические разряды. Отражение снега. Электронная эмиссия Муаровый эффект. Излучения. Голография.
21	Изменение поверхностных свойств	Трение. Адсорбции. Диффузия. Эффект Баушингера. Электрические разряды. Механические и акустические колебания. Облучение. Наклеп. Термообработка.
22	Контроль состояния и свойств в объеме	Введение «меток» - веществ, преобразующих внешние поля (люминофоры) или создающих свои поля (ферромагнетики), зависящие от состояния и свойств исследуемого вещества. Изменение удельного электрического сопротивления в зависимости от изменения структуры и свойств объекта. Поглощение, отражение, преломление света. Электро- и магнитооптические явления. Поляризованный свет. Рентгеновские и радиоактивные излучения. Электронный парамагнитный и ядерный магнитный резонансы. Магнитоупругий эффект. Переход через точку Кюри. Эффекты Гопкинса и Баркгаузена. Измерение собственной частоты колебаний объекта. Ультразвук, инфразвук. Эффект Мессбауэра. Эффект Холла. Голография. Акустическая эмиссия.
23	Изменение объемных свойств объекта	Изменение свойств жидкости (плотности, вязкости) под действием электрических и магнитных полей. Введение ферромагнитного вещества и действие магнитным полем. Тепловое воздействие. Фазовые переходы. Ионизация под действием электрического поля. Ультрафиолетовое, рентгеновское, радиоактивное излучения. Диффузия. Электрические и магнитные поля. Эффект Баушингера. Термоэлектрические, термомагнитные и магнитооптические эффекты. Кавитация. Фотохромный эффект. Внутренний фотоэффект. «Газирование» жидкостей, вспенивание. СВЧ излучение.
24	Создание заданной структуры. Стабилизация структуры объекта	Интерференция волн. Дифракция. Стоячие волны. Муаровый эффект. Магнитные и электрические поля. Фазовые переходы. Механические и акустические колебания. Кавитация.
25	Индикация электрических и магнитных полей	Осмоз. Электризация тел. Электрические разряды. Пьезо- и сегнетоэлектрические эффекты. Электреты. Электронная эмиссия. Электрооптические явления. Эффекты Гопкинса и Баркгаузена. Эффект Холла. Ядерный магнитный резонанс. Гиромагнитные и магнитооптические явления. Электролюминесценция. Ферромагнетизм.
26	Индикация излучения	Оптико-акустический эффект. Тепловое расширение. Фотопластический эффект. Электрический разряд.

№	Требуемое действие, свойство	Физическое явление, эффект, фактор, способ
27	Генерация электромагнитного излучения	Эффект Джозефсона. Явление индуцированного излучения. Туннельный эффект. Люминесценция. Эффект Ганна. Эффект Черенкова. Эффект Зеемана.
28	Управление электромагнитными полями	Экранирование. Изменение состояния среды, например, увеличение или уменьшение ее электропроводности. Изменение формы поверхности тел, взаимодействующих с полями. Пинч-эффект.
29	Управление потоками света. Модуляция света	Преломление и отражение света. Электро- и магнитооптические явления. Фотоупругость, эффекты Керра и Фарадея. Эффект Ганна Эффект Франца–Келдыша. Преобразование светового потока в электрический сигнал и обратно, стимулированное излучение.
30	Инициирование и интенсификация химических превращений	Ультразвук. Инфразвук. Кавитация. Ультрафиолетовое, рентгеновское, радиоактивное излучения. Электрические разряды. Деформации. Ударные волны. Катализация. Нагрев.

Таблица А.2 – Химические явления [368]

№	Требуемое действие, свойство	Химический эффект, явление, типы реакций вещества
1	Измерение температуры	Термохромные реакции. Сдвиг химического равновесия при изменении температуры. Хемилюминесценция.
2	Понижение температуры	Эндотермические реакции. Растворение веществ. Разложение газов.
3	Повышение температуры	Экзотермические реакции. Горение. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Использование сильных окислителей. Использование термитных составов.
4	Стабилизация температуры	Использование гидратов металлов. Применение тепловой изоляции из вспененных полимеров.
5	Индикация положения и перемещения объекта	Использование меток на основе веществ-красителей. Хемилюминесценция. Реакция с выделением газов.
6	Управление перемещением объектов	Реакции с выделением газов. Горение. Взрыв. Применение поверхностно-активных веществ. Электролиз.
7	Управление движением жидкости и газа	Использование полупроницаемых мембран. Транспортные реакции. Реакции с выделением газа. Взрыв. Использование гидридов.
8	Управление потоками аэрозолей, взвесей	Распыление веществ, химически взаимодействующих с частицами аэрозоли. Использование коагулянтов.
9	Перемешивание смесей	Смеси из химически не взаимодействующих веществ. Синергетический эффект. Растворение. Транспортные реакции. Реакции окисления - восстановления. Химическое связывание газов. Использование гидратов, гидридов. Применение комплексонов.

№	Требуемое действие, свойство	Химический эффект, явление, типы реакций вещества
10	Разделение вещества	Электролиз. Транспортные реакции. Реакции восстановления. Выделение химически связанных газов. Смещение химического равновесия. Выделение из гидридов и адсорбентов. Использование комплексонов. Применение полупроницаемых мембран. Перевод одного из компонентов в другое состояние (в том числе фазовое).
11	Стабилизация положения объекта	Реакции полимеризации (использование клеев, жидкого стекла, самотвердеющих пластмасс). Использование гелей. Применение поверхностно-активных веществ. Растворение связи.
12	Силовое воздействие. Регулирование сил. Создание больших и малых давлений	Взрыв. Разложение газогидратов, гидридов. Разбухание металлов при поглощении водорода. Реакции с выделением газа. Реакции полимеризации.
13	Изменение трения	Восстановление металла из соединения. Электролиз (с выделением газов). Использование поверхностно-активных веществ и полимерных покрытий. Гидрирование.
14	Разрушение объекта	Растворение. Реакции окисления - восстановления. Горение. Взрыв. Фото- и электрохимические реакции. Транспортные реакции. Разложение вещества на компоненты. Гидрирование. Смещение химического равновесия в смесях.
15	Аккумуляция механической, тепловой и электрической энергии	Экзо- и эндотермические реакции. Растворение. Разложение вещества на компоненты (для хранения). Фазовые переходы, электрохимические реакции. Хемомеханический эффект.
16	Передача энергии	Экзо- и эндотермические реакции. Растворение. Хемилюминесценция. Транспортные реакции. Гидриды. Электрохимические реакции. Преобразование энергии из одного вида в другой, более «удобный» для передачи.
17	Установление взаимодействия между подвижными и неподвижными объектами	Перемешивание. Транспортные реакции. Смещение химического равновесия. Гидрирование. Молекулярная самосборка. Хемилюминесценция. Электролиз. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.
18	Измерение размеров объектов	По скорости и времени его химического взаимодействия с окружающей средой.
19	Изменение размеров и формы объекта	Транспортные реакции. Использование гидридов, гидратов. Растворение (в том числе в сжатых газах). Взрыв. Реакции окисления. Горение. Перевод в химически связанный вид. Электролиз. Использование эластичных и пластичных веществ.
20	Контроль состояния и свойств поверхности	Радикало - рекомбинационная люминесценция. Использование гидрофильных и гидрофобных веществ. Реакции окисления - восстановления. Использование фото-, электро-, термохромов.
21	Изменение поверхностных свойств	Транспортные реакции. Использование гидратов, гидридов. Применение фотохромов. Реакции окисления - восстановления. Применение поверхностно - активных веществ. Молекулярная самосборка. Электролиз. Травление. Обменные реакции. Использование лаков.

№	Требуемое действие, свойство	Химический эффект, явление, типы реакций вещества
22	Контроль состояния и свойств в объеме	Реакции с применением цветореагирующих веществ или веществ - индикаторов. Химические реакции с измерением цвета. Образование гелей.
23	Изменение объемных свойств объекта (плотность, концентрация)	Химические реакции, приводящие к изменению состава вещества, из которого изготовлен объект (окислительные, восстановительные реакции, реакции обмена). Транспортные реакции. Перевод в химически связанный вид. Гидрирование. Растворение. Разбавление раствора. Горение. Использование гелей.
24	Создание заданной структуры. Стабилизация структуры объекта	Электрохимические реакции. Транспортные реакции. Газовые гидраты. Гидриды. Молекулярная самосборка. Комплексоны.
25	Индикация электрических полей	Электролиз. Электрохимические (в том числе - электрохромные) реакции.
26	Индикация электромагнитного излучения	Фото-, термо-, радиохимические (в том числе фото-, термо-, радиохромные) реакции.
27	Генерация электромагнитного излучения	Реакция горения. Хемилюминесценция. Химические реакции в газах - активной среде лазеров. Люминесценция. Биолуминесценция.
28	Управление электромагнитными полями	Растворение с образованием электролита. Выделение металлов из окислов и солей. Электролиз.
29	Управление потоками света. Модуляция света	Фотохромные реакции. Электрохимические реакции. Реакции обратимого электроосаждения. Периодические реакции. Реакции горения.
30	Инициирование и интенсификация химических превращений	Катализ. Использование более сильных окислителей, восстановителей. Возбуждение молекул. Разделение продуктов реакции. Использование омагниченной воды.
31	Анализ состава тел	Реакции окисления. Восстановления. Использование веществ – индикаторов.
32	Обезвоживание	Перевод в гидратное состояние. Гидрирование. Использование молекулярных мембран.
33	Изменение фазового состояния	Растворение. Разложение. Химическое связывание газов. Выделение из растворов. Реакции с выделением газов. Использование гелей. Сжигание.
34	Замедление и предотвращение химических превращений	Ингибиторы. Использование инертных газов. Использование веществ-протекторов. Изменение поверхностных свойств (см. п. «Изменение поверхностных свойств»).

ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Методы творческого поиска новых решений

Таблица Б.1 – Методы творческого поиска новых решений [307]

№ п/п	Наименование метода	Страна	Год	Автор
1	Метод каталога	Германия	1926	Ф. Кунце
2	Метод морфологического анализа	США	1942	Ф. Цвикки
3	Метод синектики	США	1944	В. Гордон
4	Метод контрольных вопросов	США	1945	Дж. Пойа
5	Метод поэлементного анализа	СССР	1950	Ю. Соболев
6	Метод организующих понятий	ГДР	1953	Ф. Ханзен
7	Метод контрольных вопросов	США	1954	Р. Кроуфорд
8	Метод «матриц открытий»	США	1955	А. Моль
9	Алгоритм изобретения	СССР	1956	Г. Альтшуллер
10	Метод «мозгового штурма»	США	1957	А. Осборн
11	Метод фокальных объектов	США	1958	Ч. Вайтинг
12	Метод направленного решения	СССР	1961	Н. Середа
13	Метод инженерно-стоимостного анализа	США	1961	Л. Майлз
14	Метод контрольных вопросов	США	1964	А. Осборн
15	Метод семикратного поиска	СССР	1964	Г. Буш
16	Метод рационального конструирования	США	1966	Р. Мак-Крори
17	Функциональный метод проектирования	Великобритания	1966	Е. Мэтчетт
18	Метод «Дельфы»	США	1966	О. Хелмер
19	Метод комплексного решения проблем	ЧСФР	1967	С. Вит
20	Метод психоэвристического программирования	СССР	1968	В. Чавчанидзе
21	Метод контрольных вопросов	Великобритания	1969	Т. Эйлоарт
22	Метод ступенчатого подхода к решению	США	1969	А. Фрейзер
23	Метод использования библиотеки эвристических приемов	СССР	1969	А. Половинкин
24	Метод функционального изобретательства	Великобритания	1970	К. Джоунс
25	Метод музейного эксперимента	США	1970	Коллектив авторов
26	Метод конференции идей	ГДР	1970	В. Гильде, К. Штарке
27	Метод систематической эвристики	ГДР	1970	М. Мюллер
28	Метод «Креатике»	Франция	1970	М. Димор, Х. Эберт
29	Анализ затрат на базе потребительской стоимости	ГДР	1971	К. Томас
30	Метод десятичных матриц поиска	СССР	1972	Р. Повилейко

№ п/п	Наименование метода	Страна	Год	Автор
31	Метод системно-логического подхода к решению изобретательских задач	СССР	1972	В. Шубин
32	Метод гирлянд случайностей и ассоциаций	СССР	1972	Г. Буш
33	Интегральный метод «Метра»	Франция	1972	Н. Бувен
34	Метод ликвидации тупиковых ситуаций	Великобритания	1972	Дж. Джонс
35	Метод трансформации систем	Великобритания	1972	Дж. Джонс
36	Вепольный (структурный) анализ	СССР	1973	Г. Альтшуллер
37	Моделирование «маленькими человечками»	СССР	1974	Г. Альтшуллер
38	Обобщенный эвристический алгоритм	СССР	1976	А. Половинкин
39	Метод выявления обобщенных приемов на основе анализа описаний изобретений	СССР	1978	М. Зарипов
40	Вепольный анализ	СССР	1978	Г. Альтшуллер
41	Многоэкранная схема анализа	СССР	1979	Г. Альтшуллер
42	Стандартные решения изобретательских задач	СССР	1979	Г. Альтшуллер
43	Методика анализа свойств и синтеза технических решений	СССР	1979	А. Чус
44	Аксиоматический метод понятий	СССР	1980	В. Скоморохов
45	Эволюционный синтез систем	СССР	1981	Е. Балашов
46	Функционально-идеальное моделирование (свертывание) систем	СССР	1987-1988	В. Герасимов, С. Литвин
47	Методика объединения альтернативных технических систем	СССР	1990	В. Герасимов, С. Литвин
48	Методика прогнозирования нежелательных явлений	СССР	1990	Б. Злотин, А. Зусман
49	Алгоритм решения исследовательских задач	СССР	1991	Б. Злотин, А. Зусман
50	Методика объяснения непонятных эффектов построением противоположных экспериментов	Россия	1993-1995	В. Митрофанов

ПРИЛОЖЕНИЕ В – Бланк предложения по совершенствованию деятельности

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ							
Ф.И.О. автора, соавторов	Место работы	Таб. №	Дата рождения	Согласно распределению вознаграждения между соавторами, в %	Подпись		
						Дата регистрации	
						Регистрационный номер	
						№	
Название предложения							
Существующая ситуация							
Проблемы связанные с данной ситуацией							
Предлагаемое решение							
Ожидаемый эффект							
Прилагаемые материалы	№ ЧЕРТЕЖА	ЭСКИЗ	СХЕМА	ГРАФИК	ИНСТРУКЦИЯ	ДРУГАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ	Кол-во прилагаемых материалов

Согласование и принятие решения по предложению

Должность	Ф.И.О.	Дата, подпись	Комментарии

☐ Проблемы _____

- | | |
|---|---|
| ☐ Известный факт | ☐ Снизит качество или ухудшит техн. характеристики |
| ☐ Подобные предложения подавались ранее "___" ____ | ☐ Снизит безопасность |
| ☐ Уже рассматривается (рассмотрено) | ☐ Трудноосуществимо из-за характера оборудования |
| ☐ Ожидается небольшой экономический эффект | ☐ Повысит трудозатраты |
| ☐ Увеличит затраты | ☐ Трудноосуществимо для введения в действие |
| ☐ Технически трудноосуществимо | ☐ Будет подано в виде просьбы (как желаемое) |

☐ По вышеизложенным причинам предложение не может быть принято. Пожалуйста подайте его снова, когда позволят условия и когда в будущем оно будет полезно

Примечания начальника подразделения

Дата _____ Подпись _____

Заключение главного специалиста

Дата _____ Подпись _____

(для предложений, на
снижение ресурсов)

Данное предложение
позволит получить
следующий
экономический эффект

Общий экономический
эффект, руб.

--

Затраты на внедрение,
руб.

--

Чистая экономия, руб.

--

Наименование	Название статьи затрат	№ статьи
С какой статьи затрат финансируется внедрение		

- | | |
|---|---|
| ☐ Улучшение коэффициента использования оборудования | ☐ Увеличение продукции 1 сорта |
| ☐ Рост производительности | ☐ Снижение расходного коэффициента |
| ☐ Снижение потребления ресурсов (в натуральном или денежном выражении) | |
| ☐ Снижение вредного воздействия на окружающую среду | |
| ☐ Улучшение эстетических показателей | ☐ Улучшение ПБ и ОТ |

График внедрения предложения

№ п/п	Мероприятия	Дата начала и окончания мероприятия	Отв. лицо
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			

Примечания, отметка о внесении изменений в НТД и т.д.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Статистические данные по металлургической отрасли

Таблица В.1. – Мировое производство стали, млн. тонн [111]

Год	Про-во	Год	Про-во	Год	Про-во	Год	Про-во
1950	189	1990	770	2002	905	2010	1433
1955	270	1995	753	2003	971	2011	1538
1960	347	1996	751	2004	1063	2012	1560
1965	456	1997	800	2005	1148	2013	1650
1970	595	1998	779	2006	1250	2014	1669
1975	644	1999	790	2007	1348	2015	1620
1980	717	2000	850	2008	1 343	2016	1627
1985	719	2001	852	2009	1239	2017	1689

Таблица В.2. – Крупнейшие производители стали (компании), млн. тонн в 2017 году [111]

№	Компания	Пр-во	№	Компания	Пр-во
1	ArcelorMittal	97.03	26	U. S. Steel Corporation	14.43
2	China Baowu Group	65.39	27	Baotou Steel	14.2
3	NSSMC Group	47.36	28	EVRAZ	14.03
4	HBIS Group	45.56	29	thyssenkrupp	13.22
5	POSCO	42.19	30	MMK	12.86
6	Shagang Group	38.35	31	Liuzhou Steel	12.3
7	Ansteel Group	35.76	32	Techint Group	11.75
8	JFE Steel	30.15	33	Jinxi Steel	11.72
9	Shougang Group	27.63	34	Severstal	11.65
10	Tata Steel Group	25.11	35	Sanming Steel	11.19
11	Nucor Corporation	24.39	36	Taiyuan Steel	10.5
12	Shandong Steel Group	21.68	37	Jingye Steel	10.41
13	Hyundai Steel	21.23	38	Zenith Steel	10.36
14	Jianlong Group	20.26	39	Shaanxi Steel	10.24
15	Valin Group	20.15	40	Anyang Steel	10.06
16	Maanshan Steel	19.71	41	Nanjing Steel	9.85
17	NLMK	17.08	42	Metinvest Holding	9.59
18	Gerdau	16.5	43	Erdemir Group	9.2
19	JSW Steel	16.06	44	Xinyu Steel	8.9
20	Benxi Steel	15.77	45	CITIC Pacific	8.77
21	IMIDRO	15.6	46	Zongheng Steel	8.72
22	China Steel Corporation	15.33	47	Steel Dynamics, Inc.	8.27
23	Fangda Steel	15.11	48	voestalpine Group	8.15
24	Rizhao Steel	14.98	49	SSAB	8
25	SAIL	14.8	50	Kobe Steel	7.74

Таблица В.3. – Крупнейшие производители стали (страны), млн. тонн в 2017 году
[111]

№	Страна	Пр-во	№	Страна	Пр-во	№	Страна	Пр-во
1	China	831.7	18	Vietnam	11.5	35	Kazakhstan	4.5
2	Japan	104.7	19	Poland	10.3	36	Finland	4.0
3	India	101.4	20	Austria	8.1	37	Romania	3.4
4	United States	81.6	21	Belgium	7.8	38	United Arab Emirates	3.3
5	Russia	71.3	22	United Kingdom	7.5	39	Malaysia	2.8
6	South Korea	71.0	23	Egypt	6.9	40	Qatar	2.6
7	Germany	43.4	24	Netherlands	6.8	41	Byelorussia	2.4
8	Turkey	37.5	25	South Africa	6.3	42	Luxembourg	2.2
9	Brazil	34.4	26	Australia	5.3	43	Portugal	2.1
10	Italy	24.1	27	Slovak Republic	5.0	44	Oman	2.0
11	Taiwan, China	22.4	28	Pakistan	5.0	45	Hungary	1.9
12	Ukraine	21.3	29	Saudi Arabia	4.8	46	Serbia	1.5
13	Iran	21.2	30	Indonesia	4.8	47	Switzerland	1.5
14	Mexico	19.9	31	Sweden	4.7	48	Greece	1.4
15	France	15.5	32	Argentina	4.6	49	Colombia	1.3
16	Spain	14.5	33	Czech Republic	4.6	50	North Korea	1.3
17	Canada	13.6	34	Thailand	4.5		Others	13.4

ПРИЛОЖЕНИЕ Д – Акты внедрения



117418, г.Москва, ул. Новочеремушкинская д.61
Тел.: +7 (499) 110-07-10
info@metallurgproject.ru
www.metallurgproject.ru

Проектирование
металлургических
объектов

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ООО «МЕТАЛЛУРГПРОЕКТ»

А.В. Юричев

«20» июня 2019 г.



АКТ

внедрения результатов диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Голлая Александра Владимировича

на тему «Методология управления развитием промышленных предприятий
и корпораций на базе адаптивно-технологического подхода»

Комиссия в составе:

1. Генеральный директор ООО «МЕТАЛЛУРГПРОЕКТ» Юричев Андрей Викторович;
2. Главный инженер проекта ООО «МЕТАЛЛУРГПРОЕКТ» Невьянцев Глеб Игоревич;
3. Инженер-технолог ООО «МЕТАЛЛУРГПРОЕКТ» Исахин Алексей Алексеевич,

рассмотрев результаты диссертационного исследования А.В. Голлая на тему «Методология управления развитием промышленных предприятий и корпораций на базе адаптивно-технологического подхода» (специальность: 05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах) и их внедрение в практику ООО «МЕТАЛЛУРГПРОЕКТ», отметила:

1. Предложенный в диссертационной работе адаптивно-технологический подход к управлению развитием промышленных предприятий и корпораций, включающий организацию деятельности по совершенствованию технологий, является актуальным для повышения конкурентоспособности отечественных компаний. Конкурентоспособность компании, благодаря использованию данной методики, позволяющей уделить большее внимание к разработкам новых и совершенствованию используемых технологий, повысилась.
2. Достоинством работы является то, что она содержит не только методы и модели управления развитием промышленного предприятия в рамках предложенного подхода, но и включает организационно-методологическую главу, описывающую механизмы организации проектной деятельности в области совершенствования технологий на предприятии, что придает диссертации дополнительную практическую ценность.

ООО «МЕТАЛЛУРГПРОЕКТ»
ИНН/КПП 7727825631/772701001
Р/с 40702810538000055210 в ПАО Сбербанк г. Москва
К/с 30101810400000000225
БИК: 044525225




МЕТАЛЛУРГПРОЕКТ

117418, г.Москва, ул. Новочеремушкинская д.61
Тел.: +7 (499) 110-07-10
info@metallurgproject.ru
www.metallurgproject.ru

Проектирование
металлургических
объектов

3. Деятельность ООО «МЕТАЛЛУРГПРОЕКТ» связана с разработкой производственных технологий и их внедрением на промышленных предприятиях металлургического и горно-обогатительного секторов. Внедрение результатов диссертационной работы Голлая А.В. на тему «Методология управления развитием промышленных предприятий и корпораций на базе адаптивно-технологического подхода» позволила предложить к реализации ряд проектов для крупных промышленных предприятий, учитывающих тенденции в области развития технологий, а также обосновать их эффективность на базе методов, предложенных в диссертации.
4. Комиссия отмечает, что разработанные А.В. Голлаем научные положения, методы и модели управления развитием промышленных предприятий имеют большое значение для развития промышленности РФ.

Члены комиссии:

ГИП

Инженер-технолог

Невянцев Г.И.

Исахин А.А.

ООО «МЕТАЛЛУРГПРОЕКТ»
ИНН/КПП 7727825631/772701001
Р/с 40702810538000055210 в ПАО Сбербанк г. Москва
К/с 30101810400000000225
БИК: 044525225





Общество с ограниченной ответственностью «КРАОС»

456940, Челябинская обл, Кусинский р-н, г. Куса,
ул. 3-Интернационала, дом № 1, корпус 20
тел. +79585815578 info@pilteh.ru

Исх. № от УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ООО «КРАОС»

А.П. Шариков

«25» июня 2019 г.



АКТ

внедрения результатов диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук Голлая Александра Владимировича на тему
«Методология управления развитием промышленных предприятий и
корпораций на базе адаптивно-технологического подхода»

Комиссия в составе:

- 1) Генеральный директор, Шариков Алексей Петрович,
- 2) Инженер, Глазунов Константин Сергеевич,
- 3) Технолог, Серовиков Николай Константинович,

рассмотрев результаты диссертационного исследования А.В. Голлая на тему
«Методология управления развитием промышленных предприятий
и корпораций на базе адаптивно-технологического подхода»
(специальность: 05.13.10 – Управление в социальных и экономических
системах) и их внедрение в практику ООО «КРАОС» (Кусинский завод
деревообрабатывающего оборудования),

комиссия отмечает:

1. Предложенный в диссертационной работе адаптивно-технологический подход к управлению промышленными предприятиями, имеет значительные отличия от традиционно используемых, например, функциональным или процессным. При этом внедрение данного подхода, требует более высокой квалификации персонала в области знания

технологий, но, в то же время, дает ощутимые преимущества в решении задачи развития предприятия.

2. Большой практический интерес представляет предложенная в работе схема организации проектной деятельности по совершенствованию технологий промышленного предприятия. Данная модель организации проектов позволяет вовлечь в процесс совершенствования технологий предприятия всех работников.

3. Оригинальным является использование гибких методологий управления проектами, направленных на повышение эффективности деятельности промышленного предприятия.

4. На площадке Кусинского завода деревообрабатывающего оборудования была проведена серия практических семинаров по внедрению результатов диссертационного исследования А.В. Голлая, позволившая повысить эффективность деятельности участка по производству бревнопильных станков.

5. Комиссия считает, что предложенная А.В. Голлаем, в рамках диссертационного исследования, методология позволяет существенно повысить эффективность управления технологическим развитием промышленных предприятий.

Председатель

Члены комиссии

Шариков А.П.

Глазунов К.С.

Серовиков Н.К.

ООО «КРАОС»

Адрес: 456940, г. Куса, Челябинской области, ул. 3-го Интернационала, дом 1, корпус 20

Телефон: +7-958-581-55-78

Сайт: <https://pilteh.ru/>

Эл. почта: info@pilteh.ru

ИНН: 7404065373

КПП: 740401001

ОГРН: 1157404000357

внедрения результатов диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук
Голлая Александра Владимировича
на тему «Методология управления развитием промышленных предприятий и корпораций
на базе адаптивно-технологического подхода»

1. Исполняющий обязанности заместителя Министра информационных технологий и связи Челябинской области Кокорюкин Василий Владимирович;
2. Начальник управления технического развития, кандидат технических наук, Макаренко Константин Викторович;
3. Доцент кафедры информационно-аналитического обеспечения управления в социальных и экономических системах высшей школы электроники и компьютерных наук Южно-Уральского государственного университета (национальный исследовательский университет), кандидат технических наук, доцент, Любицын Владимир Николаевич (по согласованию),

1. Представленная в диссертационной работе методология, связанная с созданием нового адаптивно-технологического подхода к управлению, позволяет повысить эффективность деятельности промышленных предприятий и корпораций, за счет сбалансированного развития различных, используемых на этих предприятиях, технологий (производственных, управленческих, информационных и др.).

2. Приоритеты при подготовке принятия решений по стратегическому управлению развитием промышленных предприятий и корпораций, в соответствии с предложенным в диссертационной работе А.В. Голлая комплексом научных положений, действительно, смещаются в сторону всестороннего анализа технологий и выбора рациональной траектории технологического развития.

3. Следует отметить, что рассмотренная в диссертационной работе научная проблема является актуальной и соответствует целям и задачам Указа Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 "О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года" по направлениям «цифровая экономика» и «производительность труда и поддержка занятости».

4. В диссертационной работе показаны причины, приводящие к неудачам при внедрении программ по информатизации, наиболее важными из которых являются следующие:

- отсутствие единой информационной среды;
- копирование решений, зарекомендовавших себя в других государствах, без учета российской специфики;
- разрушение отечественной школы автоматизации в области управления, приведшее к острому дефициту специалистов и компаний, способных предложить собственные или качественно адаптировать иностранные информационные системы.

Сформулированные на базе указанных положений рекомендации представляют интерес для аналитиков и руководителей органов государственной власти Челябинской области, связанных с эксплуатацией и развитием информационных систем, баз и банков данных различного назначения.

5. Комиссия считает, что разработки диссертационного исследования Голлая А.В., могут с успехом быть применены не только отдельными промышленными предприятиями Челябинской области, но и государственными и муниципальными учреждениями, в том числе в отраслях транспорта и социального обслуживания населения, а также для совершенствования отдельных направлений деятельности органов государственной власти. Особый интерес представляет учет совокупного уровня технологий предприятий при формировании государственных программ развития промышленности (как по отдельным направлениям, так и в целом).

Председатель комиссии

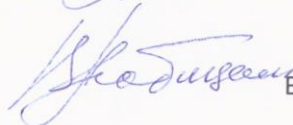


В.В. Кокорюкин

Члены комиссии



К.В. Макаренко



В.Н. Любицын



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭЛЕКТРОНИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК

УТВЕРЖДАЮ

Директор высшей школы электроники и компьютерных наук
Южно-Уральского государственного университета
(научно-исследовательского университета),
кандидат физико-математических наук, доцент



Г.И. Радченко

2019 г.

АКТ

внедрения результатов диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук
Голлая Александра Владимировича
на тему «Методология управления развитием промышленных предприятий и
корпораций на базе адаптивно-технологического подхода»

Комиссия в составе:

1. Заместитель директора по научной работе высшей школы электроники и компьютерных наук Южно-Уральского государственного университета (национальный исследовательский университет), кандидат технических наук, доцент, Плотникова Наталья Валерьевна;
2. Доцент кафедры, ученый секретарь кафедры информационно-аналитического обеспечения управления в социальных и экономических системах высшей школы электроники и компьютерных наук Южно-Уральского государственного университета (национальный исследовательский университет), кандидат технических наук, доцент, Коровин Александр Михайлович;
3. Младший научный сотрудник кафедры информационно-аналитического обеспечения управления в социальных и экономических системах высшей школы электроники и компьютерных наук Южно-Уральского государственного университета (национальный исследовательский университет), Захаров Вадим Владимирович;

4. Заведующий учебной лабораторией кафедры информационно-аналитического обеспечения управления в социальных и экономических системах Высшей школы электроники и компьютерных наук Южно-Уральского государственного университета (национальный исследовательский университет), Рец Евгения Анатольевна

подготовила настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы «Методология управления развитием промышленных предприятий и корпораций на базе адаптивно-технологического подхода», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук, использованы в деятельности кафедры информационно-аналитического обеспечения управления в социальных и экономических системах Высшей школы электроники и компьютерных наук Южно-Уральского государственного университета (национальный исследовательский университет) при проведении следующих учебных курсов:

1. Теоретические основы управления (бакалавриат, направление 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Автоматизированное управление бизнес-процессами и финансами»);
2. Автоматизированные системы корпоративного управления (бакалавриат, направление 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Автоматизированное управление бизнес-процессами и финансами»);
3. Макродинамика (магистратура, направление 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», программа «Автоматизация управления в социальных и экономических системах»).

Председатель комиссии



Н.В. Плотникова

Члены комиссии



А.М. Коровин



В.В. Захаров



Е.А. Рец