

---

# Содержание

<b>1. Введение</b> .....	11
<b>2. Тенденции и разработки в области процессов производственного планирования и эксплуатации промышленных предприятий</b> .....	19
2.1. Предшественники процессов производственного планирования и эксплуатации промышленных предприятий .....	21
2.2. Реорганизация процессов производственного планирования и эксплуатации промышленных предприятий .....	23
2.2.1. Изменения процессов производственного планирования и эксплуатации промышленных предприятий .....	25
2.2.2. Задачи и партнеры .....	40
2.3. Последствия развития промышленных предприятий .....	44
2.3.1. Промышленное предприятие .....	44
2.3.2. Производственное планирование .....	46
2.3.3. Эксплуатация промышленных предприятий .....	49
2.3.4. Предприятие .....	51
2.4. Анализируемая среда .....	53
Литература .....	57
<b>3. Промышленные предприятия — на пути перемен</b> .....	59
3.1. Процессы преобразований .....	59
3.1.1. Требования, предъявляемые к промышленному предприятию .....	64
3.1.2. Сферы деятельности промышленных предприятий .....	68
3.1.3. Виды и типы промышленных предприятий .....	73
3.2. Этапы развития .....	85
3.2.1. Функциональное предприятие .....	87
3.2.2. Сегментированное предприятие, способное к преобразованиям .....	88
3.2.3. Промышленное предприятие, способное к преобразованиям и объединенное в предпринимательскую сеть .....	90
3.2.4. Ресурсосберегающее предприятие, способное к преобразованиям .....	91

3.3.	Вызовы и мировоззренческие концепции промышленных предприятий	93
3.3.1.	Креативность и способность к инновациям	94
3.3.2.	Новое поколение промышленного оборудования, объединяющее в себе различные способы и технологии производства	95
3.3.3.	Аддитивные и интеграционные технологии	99
3.3.4.	Новые материалы	101
3.3.5.	Ресурсо- и энергоэффективные производственные технологии	114
3.3.6.	Использование возобновляемых источников энергии	118
3.3.7.	Технологии в области логистики и ИКТ	122
3.4.	Изменение места и роли человека в производственных процессах	126
3.4.1.	Влияние автоматизации производства	126
3.4.2.	Промышленная автоматизация	127
3.4.3.	Этапы производственной автоматизации	129
	Литература	131
<b>4.</b>	<b>Производственные процессы и системы</b>	<b>137</b>
4.1.	Производственные требования	137
4.1.1.	Пожелание клиента	138
4.1.2.	Возможность производства и поставки изделий	147
4.1.3.	Возможности количественной оценки пожеланий клиента	149
4.2.	Процессы создания стоимости, бизнес-процессы и производственные процессы	151
4.2.1.	Процессы создания стоимости	151
4.2.2.	Бизнес-процессы	158
4.2.3.	Производственные процессы и функции	159
4.3.	Промышленное предприятие как система	161
4.3.1.	Системно-теоретические основы	161
4.3.2.	Основы теории потоковых систем	165
4.3.3.	Потоковые системы, их элементы и комплексы	170
4.3.4.	Потоковые системы промышленного предприятия	173
4.3.5.	Промышленное предприятие как система	180
	Литература	185
<b>5.</b>	<b>Комплексное планирование промышленного предприятия</b>	<b>187</b>
5.1.	Жизненные циклы промышленного предприятия, фазы и стадии планирования	189
5.1.1.	Жизненные циклы промышленного предприятия	189
5.1.2.	Фазы и стадии планирования	196
5.2.	Объекты планирования и уровни планирования	209
5.2.1.	Структура рабочего места	211
5.2.2.	Структура подразделений	224
5.2.3.	Структура здания	233
5.2.4.	Генеральный план и структура предпринимательского места	249
5.2.5.	Сетевая структура (предприятия)	258
5.3.	Инструменты планирования	270
5.3.1.	Теории	270
5.3.2.	Модели	271

---

5.3.3. Методы и способы .....	279
5.3.4. Оценка решений .....	310
5.3.5. Инструменты и инструментарий .....	320
5.4. Тенденции развития в методической области .....	331
5.5. Перспектива развития комплексного проектного менеджмента .....	332
Литература .....	334
<b>6. Задачи, порядок действий и этапы планирования промышленного предприятия .....</b>	<b>341</b>
6.1. Задачи планирования и порядок действий .....	341
6.1.1. Задачи планирования .....	341
6.1.2. Модели и принципы подхода .....	346
6.2. Производственное планирование (разработка системы) .....	354
6.2.1. Определение производственной программы и программы оказания услуг .....	355
6.2.2. Определение функций/процессов .....	361
6.2.3. Расчет параметров .....	367
6.2.4. Структурирование .....	381
6.2.5. Организация .....	393
6.3. Управление зданиями и сооружениями .....	411
Литература .....	411
<b>7. Эксплуатация промышленных предприятий и использование системы .....</b>	<b>413</b>
7.1. Основные принципы эксплуатации промышленных предприятий .....	413
7.1.1. Разработка новых изделий .....	417
7.1.2. Организационная структура и организация последовательности производственных операций .....	419
7.1.3. Планирование рабочих операций .....	435
7.1.4. Производственное планирование .....	436
7.2. Производственное планирование и производственная логистика .....	437
7.2.1. Структурирование процессов производства и монтажа .....	440
7.2.2. Вертикальная интеграция и объемы закупок .....	444
7.2.3. Интеграция поставщиков и глубина их интеграции .....	447
7.2.4. Кооперационные связи предприятий и услуги .....	453
7.2.5. Конкуренция по фактору времени и уровень сложности изделий .....	456
7.2.6. Изменения в информационной логистике .....	461
7.2.7. Заключение и перспективы .....	463
7.3. Планирование и управление производством (ПиУП) .....	465
7.3.1. Интерпретация термина .....	465
7.3.2. Цели, задачи и подзадачи .....	465
7.3.3. Стратегии и способы управления производственными процессами .....	472
7.3.4. Перспективы .....	479
7.4. Анализ, планирование и управление производственными сетями в онлайн-режиме .....	483
7.4.1. Мезоскопические имитационные модели .....	483
7.4.2. Примеры практического применения: сбой в функционировании процессов в производственной сети .....	487

7.4.3. Примеры практического применения: размещение ресурсов узла производственной сети.....	490
7.5. Планирование мероприятий по ремонту и техническому обслуживанию .....	491
7.5.1. Стратегии ремонта и техобслуживания промышленных систем.....	494
7.5.2. Планирование системы техобслуживания и ремонта .....	500
7.6. Информационный поток .....	521
7.6.1. Функции информационных потоков.....	522
7.6.2. Планирование информационных систем .....	528
7.6.3. Сервисно-ориентированная архитектура в качестве гибкой ИТ-инфраструктуры.....	544
7.6.4. Эксплуатация ИТ-инфраструктуры.....	550
7.6.5. Перспектива развития .....	553
7.7. Эксплуатационные модели для предприятий, способных к преобразованиям .....	555
7.7.1. Основополагающие принципы.....	557
7.7.2. Практическая реализация эксплуатационных моделей.....	562
7.7.3. Разновидности эксплуатационных моделей.....	565
7.7.4. Влияние на процессы планирования промышленных предприятий .....	576
7.7.5. Рекомендации по планированию мероприятий и конкретных действий.....	579
7.7.6. Перспективы .....	581
Литература.....	582
<b>8. Промышленные предприятия, способные к преобразованиям.....</b>	<b>591</b>
8.1. Сегментированное предприятие.....	592
8.1.1. Основные положения .....	592
8.1.2. Решения по организации.....	597
8.1.3. Порядок действий.....	600
8.1.4. Признаки и принципы организации.....	606
8.2. Предприятие, интегрированное в предпринимательскую сеть.....	611
8.2.1. Основные положения .....	611
8.2.2. Решения по организации.....	612
8.2.3. Подход.....	616
8.2.4. Признаки и принципы организации.....	620
8.3. Промышленное предприятие, основанное на сети компетенций.....	620
8.3.1. Основные положения .....	621
8.3.2. Решения по организации.....	624
8.3.3. Подход.....	631
8.3.4. Признаки и принципы организации.....	639
8.4. Ресурсосберегающее промышленное предприятие.....	640
8.4.1. Эффективность использования материалов.....	645
8.4.2. Энергоэффективность .....	665
8.4.3. Энергетическая концепция, устойчивость, экологический баланс.....	687
8.4.4. Заключение по материальной и энергетической эффективности.....	701

8.5. Промышленное предприятие, учитывающее потребности населения различных возрастов .....	703
8.5.1. Основные положения .....	708
8.5.2. Решения по организации .....	720
8.5.3. Подход .....	733
8.5.4. Выводы .....	748
Литература .....	751
<b>9. Модели промышленных предприятий, способных к преобразованиям ...</b>	<b>761</b>
9.1. Основные положения и тенденции .....	761
9.1.1. Виртуальные предприятия .....	762
9.1.2. Цифровое предприятие .....	765
9.1.3. Виртуальная реальность .....	772
9.1.4. Тенденции развития .....	775
9.2. Информационные и коммуникационные технологии .....	777
9.2.1. Управление данными об изделиях .....	778
9.2.2. Менеджмент жизненного цикла изделий .....	780
9.2.3. Интернет товаров и услуг .....	781
9.2.4. Облачные вычисления .....	785
9.3. Расширение анализируемой среды .....	787
9.4. Перспективы .....	794
Литература .....	794
<b>10. Приложение .....</b>	<b>797</b>
10.1. Производственные процессы и функции в технологиях производства, технологических процессах и обрабатывающих технологиях .....	797
10.1.1. Обрабатывающая промышленность (машиностроение) .....	797
10.1.2. Перерабатывающая промышленность .....	804
10.1.3. Обрабатывающая промышленность (выпуск изделий / не машиностроение) .....	816
10.2. Планирование и организация индустриальных парков. Общая классификация подходов .....	836
10.3. Промышленный «конструктор», способный к преобразованиям .....	852
10.3.1. Концепция .....	852
10.3.2. Модули планирования/визуализации .....	853
10.3.3. Модули элементов (выборочно) .....	856
10.4. Методы оценки и калькуляция инвестиционных расходов .....	859
10.4.1. Модели и методы финансовой оценки решений по проектированию .....	859
10.4.2. Неденжная оценка решений в области планирования .....	875
10.5. Краткий обзор некоторых программных продуктов предприятий (табл. 10.5) .....	880
10.6. Чек-лист по выбору программного обеспечения (табл. 10.6) .....	886
10.7. Управление зданиями и сооружениями .....	890
10.7.1. Уровень развития .....	890
10.7.2. Основные положения .....	891

---

10.7.3. Главные аспекты деятельности .....	892
10.7.4. Системы управления зданиями и сооружениями .....	895
10.7.5. Управление зданиями и сооружениями и корпоративное управление .....	896
10.7.6. Ключевые практические аспекты и рынки управления зданиями и сооружениями .....	898
10.7.7. Цифровое управление зданиями и сооружениями (DIFM) .....	901
10.7.8. Заводская инфраструктура. Сервисные услуги .....	903
10.7.9. Процедура дью-дилидженс для объектов промышленной недвижимости .....	904
10.8. Примеры и тенденции вторичной переработки .....	906
10.8.1. Вторичная переработка покрышек, бывших в употреблении .....	906
10.8.2. Возобновляемое сырье .....	909
10.8.3. Примеры и тенденции развития вторичной переработки .....	919
10.9. Реализованные примеры (технические листки проектов) .....	923
10.9.1. Быстрореагирующее предприятие .....	923
10.9.2. Быстрореагирующее предприятие, способное гибко подстраиваться под различные варианты .....	927
10.9.3. Гибкое, сегментированное промышленное предприятие .....	929
10.9.4. Предприятие, основанное на сети компетенций .....	934
10.9.5. Функциональное предприятие — восстановление .....	939
10.9.6. Энергоэффективное предприятие .....	942
10.9.7. Виртуальное цифровое предприятие .....	946
Литература .....	948
<b>Глоссарий</b> .....	<b>955</b>
<b>Литература</b> .....	<b>963</b>
<b>Предметный указатель</b> .....	<b>965</b>

В настоящем справочнике освещаются различные аспекты деятельности промышленных предприятий в Германии и других высокоразвитых индустриальных странах. В этих странах заводы и фабрики являются объектами инновационного, творческого, основанного на знаниях процесса создания стоимости товаров и услуг в эффективных производственных сетях. Деятельность промышленных предприятий постоянно подвергается изменениям и корректировкам.

В книге описываются новейшие тенденции их развития, даются рекомендации организациям и физическим лицам, специализирующимся на проектировании и эксплуатации промышленных предприятий, а также всем, кто работает в этих областях и активно участвует в совершенствовании промышленных процессов. На формирование промышленных предприятий будущего, способных к преобразованиям, интегрированных в предпринимательские сети и делающих ставку на бережное и рациональное использование ресурсов, оказывают влияние следующие факторы и тенденции:

- повышенные требования к креативности, компетенциям, знаниям и способности к инновациям в целях разработки, рационализации и производства изделий, технологий, процессов и систем;
- растущая глобализация экономики (глобальное распространение рынков);
- растущая индивидуализация пожеланий клиентов (потребительская ценность);
- интенсивное использование новых технологий и материалов (строительство с применением облегченных конструкций);
- более рациональное использование ресурсов и растущая потребность в ресурсах (материалы / источники энергии);
- демографические изменения в использовании трудовых ресурсов (производственные процессы с вовлечением работников старших возрастов и имеющих инвалидность);
- сокращение инновационных и технологических циклов (в целях воссоздания прибыли);

- активное распространение современных ИТ-технологий (переход на цифровые технологии);
- повышение требований к надежности и безопасности (защита изделий / защита от плагиата);
- интеграция процессов создания изделий и услуг (создание гибридных изделий).

Помимо этого, существующие тенденции развития несут в себе отпечаток усиления взаимодействия в сфере партнерства, сотрудничества и объединения в сеть знаний, процессов и производственных единиц (ячеек компетенций).

Отмечаются также новые вызовы, вытекающие из тенденций и мегатенденций, а также описываются их последствия для процессов планирования и эксплуатации промышленных предприятий:

- поэтапный переход к динамичным бизнес-моделям жизненного цикла (производство и сфера услуг) с использованием современных (новых) ресурсосберегающих производственных технологий и систем, а также к развитию промышленных предприятий с адаптивной бизнес-моделью;
- учет принципа комплексных производственных технологий, т.е. необходимость планирования технологии производственных процессов, предусматривающих возможность производства индивидуальной продукции по ценам серийных изделий при минимальных затратах, высокой скорости и надежности планирования.
- Первенство технологий, определяемое ключевым термином «формирование технологического комплекса промышленного предприятия», находит универсальное применение в производстве, так как дает возможность:
  - реагировать на различные тенденции развития в странах с высоким уровнем заработной платы и в странах с дешевой рабочей силой, касающиеся затрат, наличия энергии, материалов (строительство с применением легких конструкций), сырья, демографических изменений (производство с учетом потребностей и интересов различных возрастных групп), а также на растущую тенденцию переноса цепочек создания стоимости в другие регионы и страны;
  - получить перед запуском производства определенного изделия (еще на этапе планирования) соответствующий опыт и надежную информацию путем имитационного моделирования, построения виртуальных моделей производственного предприятия;
  - применять цифровые методы и инструменты разработки, планирования и управления наряду с информационно-коммуникационными технологиями (ИКТ).

Настоящий справочник предназначен для лиц, занимающихся предпринимательской деятельностью, а также для учащихся и студентов вузов. В нем



освещается ряд моделей, методов, инструментов, методик, вспомогательных средств и вариантов решений при формировании промышленных предприятий, способных к преобразованию и адаптации, интегрированных в предпринимательские сети и делающих ставку на бережное и рациональное использование ресурсов. При этом использование и дальнейшая проработка тенденций, упомянутых в связи с планированием и эксплуатацией промышленного предприятия, происходят узконаправленно, с особым акцентом на результаты исследовательского проекта «Исследование производства 2020 г.» (Produktionsforschung 2020) (2010), финансируемого Федеральным министерством образования и научных исследований Германии.

Подробно рассматриваются различные аспекты машиностроительной отрасли: сектора производства промышленного оборудования, автомобилестроения, электротехнической и электронной промышленности, информационно-коммуникационных технологий, металлургической сферы, полимерной индустрии, а также частично производства медицинского оборудования, пищевой и химической промышленности. Приводятся данные о промышленных предприятиях с большим ассортиментом выпускаемых серийных изделий, а также о малых и средних предприятиях, имеющих штучный, мелкосерийный или среднесерийный характер производства. Анализ процесса формирования промышленного предприятия проводится в контексте условий, ориентированных на потребности рынка, а также глобально распределенных и интегрированных в предпринимательские сети единиц компетенций и производственных единиц в секторах исследований / новых разработок, производства и услуг.

Для предприятий, нацеленных на будущее, непрерывное производственное планирование с ориентацией на жизненный цикл, а также на формирование производственной и логистической сети становится важнейшей управленческой задачей.

Настоящий справочник состоит из семи блоков. В первом блоке (глава 2) освещаются аспекты, связанные с производственным планированием, эксплуатацией промышленных предприятий, выступающие в качестве интегрируемых научных дисциплин с учетом мультидисциплинарных наук, объединяющих знания о промышленных предприятиях. Намечающиеся векторы развития в производствах будущего приводят к необходимости устойчивого преобразования промышленного предприятия и переориентации производства с учетом всех вытекающих отсюда последствий для процессов планирования и эксплуатации предприятий. Процессы преобразования затрагивают следующие сферы и аспекты:

- изменение областей деятельности, целевых показателей предприятия и циклических процессов планирования (промышленное предприятие, изделие, воссоздание прибыли, продолжительность адаптации, общий трудовой стаж работника, оборот веществ и материалов);

- уточнение формулировок терминов, задач и показателей промышленного предприятия, его производственного планирования и эксплуатации;
- цели и задачи компании на пути к ресурсосберегающему предприятию, учитывающему потребности работников различных возрастов.

Анализируются последствия преобразования промышленного предприятия применительно к комплексному формированию цепочек создания стоимости, выбору видов и типов промышленных предприятий, созданию промышленного предприятия под ключ в виде «готового промышленного изделия» и к четырем этапам развития промышленного предприятия с точки зрения структуры производства, кооперации, его функциональности и ресурсосбережения. При этом делается акцент на разнице в содержании: на общих чертах и на отличительных особенностях.

*Во втором блоке* (глава 3) анализируются вызовы и мировоззренческие концепции промышленных предприятий будущего с технологической и организационной точек зрения. Наряду с процессами преобразования промышленных предприятий приводятся инициативы и даются решения по следующим ключевым направлениям:

- креативность и способность к инновациям технологий производства и изделий, разработка процессов и систем;
- поколения и компоненты промышленного оборудования, выходящие за рамки производственных процессов и технологий благодаря производственным объединениям и сетям;
- использование и интеграция технологий из различных отраслей. С этой целью в специальном разделе впервые рассматриваются аспекты основных технологий (производства, обработки, производственных процессов, а также энергетической инженерии, информационно-коммуникационных технологий) в их синергетических взаимосвязях, анализируются технологические цепочки и особенности технологического оборудования. Передовые технологии составляют важную основу производства и обработки новых материалов (композитные материалы и комбинации из различных материалов). Все это проиллюстрировано некоторыми примерами, в том числе:
  - ресурсо- и энергосберегающими производственными технологиями в циклах вторичной переработки;
  - изменением производственных профилей благодаря возобновляемым источникам энергии, новым логистическим, информационно-коммуникационным технологиям;
  - изменением роли человека при пошаговой механизации и автоматизации процессов.

*В третьем блоке* (главы 4, 5 и 6) описываются производственные процессы и системы с теоретической и практической точек зрения с учетом анализируемой среды промышленного предприятия. Освещаются производственные

потребности, исходя из выгоды для клиента, процессы и функции создания стоимости, бизнес-процессы и функции бизнеса, производственные процессы и функции, а также основы промышленной системы. Это является предметом анализа среды промышленного предприятия, включающего:

- этапы планирования производственного цикла (от разработки до демонтажа);
- объекты планирования (рабочее место, зона, здание, местонахождение и сеть предприятия);
- три стадии планирования.

Наряду с инструментами планирования (теории, модели, методы, инструменты) подробно перечисляются основы, принципы формирования и тенденции развития объектов планирования.

В центре внимания находятся процедуры и процессы производственного планирования.

Оценка решений по производственному планированию и эксплуатации промышленного предприятия обеспечивает возможность выбора вариантов. Выполнение задач планирования посредством моделей и принципов действия, а также систематическая обработка результатов планирования (определение производственной программы и функций, расчет параметров, структурирование и формирование) осуществляются с использованием интегрированных принципов и методов планирования, что является составной частью комплексного проектного менеджмента.

*В четвертом блоке (глава 7) освещаются основы формирования и управления промышленным предприятием, которые рассматриваются в едином комплексе с вопросами, касающимися разработки изделий, подготовительных работ, организации запуска производства и регулирования последовательности производственных операций, календарного планирования, в неразрывной связи с производственным и логистическим планированием. При этом в контроле за технологическим процессом важную роль играют современные методы планирования и управления с пультами управления и диспетчеризации в пределах завода и сети кооперационных связей за его пределами. Предлагаются решения, предполагающие использование мероприятий по техническому обслуживанию оборудования, а также планирование информационной системы (ИС). Цель планирования ИС состоит в проблемно ориентированном выборе и внедрении ИС через известные этапы проектирования. Подробно излагается суть методов определения программного и аппаратного обеспечения с целью установления архитектурных объектов, ориентированных на сервисы, в качестве гибкой ИТ-инфраструктуры. Кроме того, оцениваются возможности использования сетевых и облачных технологий.*

*В пятом блоке (глава 8) описываются промышленные предприятия, способные к преобразованиям. Вырабатываются основы, решения и систематические*

процедуры по формированию функционального, сегментированного, ресурсосберегающего, интегрированного в сеть промышленного предприятия, базирующегося на ключевых компетенциях и учитывающего потребности и интересы различных возрастных групп. Причем упомянутые предприятия представляются в виде концепций, задающих особое направление развития. С этой целью специалисты и руководящий состав на предприятиях, в организациях и образовательных учреждениях получают информацию о подходах к реализации задач, о концепциях и примерных решениях.

Ресурсосберегающее промышленное предприятие, способное к преобразованиям, характеризуется высокой степенью удовлетворения клиентов и потребительской ценностью, взаимодействием и прозрачностью всех процессов, что является характерными качественными признаками производственных, кооперационных и заводских структур, ориентированных на бережное обращение с ресурсами, их экономию и рациональное использование. Такое промышленное предприятие, основанное на знаниях, отличается привлекательностью, креативностью, способностью персонала к внедрению инноваций, совместимостью/реконструктивностью, способностью к интеграции в предпринимательские сети и готовностью перехода на цифровые технологии. Концепции рационального использования ресурсов включают концепции эффективного использования материалов и концепции энергоэффективности:

- концепция эффективного использования материалов строится на стратегиях ресурсосберегающей разработки изделий, процессов и технологий, ресурсосберегающего использования изделий вплоть до циклов вторичной переработки (переработка отходов, их повторное использование и утилизация сырья). Замкнутый цикл производства иллюстрируется с помощью примеров, с использованием технологий, технических систем и необходимых этапов проектирования;
- концепция энергоэффективности основывается на бизнес-моделях, снижении энергопотерь, планировании энергоэффективности и энергоэффективных технологических цепочках. Приводятся соответствующие концепции для производства и логистики. Дополнительно разрабатываются концепции устойчивого развития, концепции рисков и экологического баланса с экономическими оценками, а также планирования жизненных циклов отходов.

В свете демографических изменений промышленное предприятие, учитывающее потребности и интересы различных возрастных групп (ориентированное на демографические изменения), приобретает все большее значение. При этом возрастная структура работников на предприятиях в высокоразвитых странах (старение трудоспособного населения) отличается от аналогичной структуры на предприятиях в странах с переходной экономикой (семьи с большим количеством детей). В европейских странах существует проблема адаптации и подготовки персонала к работе на предприятиях, специализирующихся

на производстве продукции и оказании услуг. Для достижения этой цели разрабатываются различные модели и методы для их последующего применения на практике. Это касается в целом моделей, ориентированных на производство и организацию труда. Описываются различные решения и действия, направленные на повышение эргономики изделий и процессов, эргономичной организации безопасных условий труда (например, рабочего места, зоны), а также действия применительно к автоматизированным процессам (промышленное оборудование, человек, робот). Подробно освещается суть «стратегических» демографических концепций, моделей производственного поэтапного планирования, ориентированных на демографические изменения, моделей освоения компетенций и принципов интеграции в процесс трудовой деятельности работников с ограниченными возможностями (инновационные формы обучения, переподготовка, непрерывное обучение). Особое внимание уделяется определению термина «рабочая задача», а также организации эргономичных рабочих мест (технологическое оснащение и вспомогательные средства) и рабочих систем, подробно разъясняется суть эмпирических знаний и соответствующих форм обучения, приводящих к более эффективному использованию трудового потенциала работников с ограниченными возможностями.

С пятым блоком неразрывно связан *шестой блок* (глава 9), в котором рассматривается ключевой аспект промышленного предприятия — «производственные модели, способные к преобразованиям», — демонстрирующий границы и функциональные возможности сетевого (виртуального) и цифрового предприятия. Вниманию потребителей предлагаются комплексные решения, учитывающие всю цепочку создания стоимости, начиная от клиента, разработки изделий, интегрированной организации производства изделий, процессов и завершая общей стадией жизненного цикла — утилизацией. В результате уже на этапе планирования становится возможной реализация первых принципов построения сетевого (виртуального) промышленного предприятия, его пуска-наладки и управления производственными операциями на протяжении всех этапов производства. Это очередной шаг на пути к интеграции виртуальной и реальной среды с использованием баз, сетей и платформ данных (информационно-коммуникационные технологии, глобальная компьютерная система, Интернет) для различных партнеров. Особым аспектом является цифровое промышленное предприятие, в котором все задачи производственного планирования и эксплуатации интегрированы или объединены в одну общую сеть.

*В седьмом блоке* приводятся методы и практические примеры, иллюстрирующие узкоспециальные проблемы и решения по отдельным разделам: например, производственные процессы и функции технологий производства, производственных процессов и обработки изделий; синергетическая организация промышленного парка; технологии и системы вторичной переработки, управление зданиями и сооружениями, анализ экономической эффективности, а также отчетные ведомости по реализованным проектам промышленных предприятий.

---

# Тенденции и разработки в области процессов производственного планирования и эксплуатации промышленных предприятий

# 2

С момента своего появления и до настоящего времени промышленным предприятиям в разных странах мира приходилось и приходится постоянно реагировать на возникающие вызовы, удовлетворяя тем самым все новые и новые потребности общества. В странах с высоким уровнем заработной платы промышленные предприятия просто вынуждены работать в условиях глобальной конкуренции и других мегатенденций (Abele und Reinhardt, 2011). В данном разделе освещаются актуальные проблемы производственного планирования и эксплуатации промышленного предприятия.

В отличие от производственного планирования, под которым понимается разработка креативного промышленного процесса создания стоимости, эксплуатация промышленного предприятия — это решение всех вопросов, связанных с реальной эксплуатацией, т.е. весь комплекс работ по содержанию, обслуживанию и ремонту промышленного предприятия.

**Промышленное предприятие является производственной площадкой, на которой осуществляется инновационный, креативный и эффективный процесс создания стоимости производимых товаров.**

На пути от предприятия, способного к преобразованиям и объединению в сети, к ресурсосберегающему предприятию намечаются векторы развития, оказывающие сильное влияние на процессы производственного планирования и эксплуатации промышленных предприятий. Это происходит с учетом сокращения циклов инноваций, воссоздания прибыли и выведения изделий на рынок. Промышленные предприятия, организованные по такой «технологии», способны осуществлять стратегическую переориентацию своих сфер деятельности и компетенций. Путем внедрения конкурентоспособных изделий и новых, более технологичных материалов, новых технологий и услуг предприятия могут удовлетворять изменяющимся потребностям и ожиданиям клиентов, помогая

им тем самым извлечь свою потребительскую выгоду. В процессе реорганизации существующих и организации новых промышленных предприятий необходимо сформировать всю цепочку создания стоимости с ориентацией на жизненный цикл и с учетом рационального использования ресурсов.

С изменением сфер деятельности и компетенций промышленных предприятий при переходе от индустриального общества к информационному необходимо в том числе перепроверять и корректировать методы, используемые для планирования и управления. Изменения в сферах и видах выполняемых работ, а также в методе их проведения происходят постоянно. Эти изменения осуществляются на основании знаний и реальных решений, что каждый раз приводит к новой трактовке анализируемого процесса, сфер производственного планирования и эксплуатации промышленных предприятий.

Ниже приводится и подробно разъясняется суть различных цитат и высказываний Л.А. Нефедова:

«Производительность труда зависит не только от профильного образования, навыков ручного труда, организации труда, качества промышленного оборудования / производственных линий, компьютеров, но и от компетенций в процессе приобретения, обмена и использования информации».

[...] «Важнейшим производителем, провайдером, поставщиком, передаточным звеном и потребителем (изделий) информации является человек».

[...] «Повышение квалификации человека, его мотивация, творческий потенциал и участие в процессах принятия решений — все эти аспекты являются востребованными. И в информационном обществе, в отличие от индустриального, они являются не первичным моральным требованием, которое соблюдается или не соблюдается, а неизбежной необходимостью».

[...] «Теперь каждый человек имеет возможность привлечь капитал на мировом рынке капитала, — констатирует Лестер Туроу. — В настоящее время любой человек или любая организация могут приобрести промышленное оборудование и доставить его куда угодно. Сырье можно купить в любом уголке земного шара. Но ноу-хау, необходимое для разработки и производства новых технологий и изделий, можно получить только от людей» (Nefiodow, 1999).

Все это предполагает необходимость комплексного подхода, а также интеграции знаний и компетенций всех участников процесса, разрабатывающих концепции решения проблемы. В то время как масштаб сетевого взаимодействия участников процесса непрерывно увеличивается, их знания по конкретной проблеме, цели или поставленной задаче объединяются. С учетом

этих векторов развития ниже подробно излагается суть следующих наиболее важных проблем:

- изменение целей предприятий и демографические изменения;
- объединение в предпринимательские сети партнеров, процессов, промышленного оборудования / производственных линий и промышленных предприятий;
- ресурсосберегающие производственные технологии, включая принцип вторичного использования сырья («возвращение в оборот отходов производства»);
- использование возобновляемых источников энергии;
- применение новых логистических и информационно-коммуникационных технологий;
- процессы планирования и производства, ориентированные на цикл, в рамках термина «инжиниринг жизненного цикла»;
- разработка ресурсосберегающих производственных, кооперационных и заводских структур;
- интеграция производственных структур применительно к технологиям производства, обработки и производственных процессов.

## **2.1. Предшественники процессов производственного планирования и эксплуатации промышленных предприятий**

Процессы производственного планирования и эксплуатации промышленных предприятий уходят корнями еще в XVIII в. и напрямую связаны с появлением первого промышленного предприятия. В 1920 г. было положено начало развитию науки об организации и экономике предприятия, в рамках которой бурное развитие получает новая подобласть знаний «Эксплуатация промышленных предприятий» (Spur, 1994, S. 7 ff. und 12 ff.). Исследование и научное внедрение процессов производственного планирования и эксплуатации промышленных предприятий началось в середине XX в. Эти процессы были включены в программы обучения институтов и университетов с инженерно-техническим уклоном (Spur, 1994, 2003).

Ниже приводится подробная информация о некоторых выдающихся представителях той эпохи, которые внесли свой вклад в дело дальнейшего усовершенствования обозначенных процессов.

Термин «производственное планирование» был введен в обиход еще Рокштро. С функциональной точки зрения под ним понималось «планирование предприятия» или «организация предприятия» (планирование и эксплуатация). Рокштро вышел за рамки традиционных представлений о производственном планировании. Были введены понятия «технологическая организация предприятия»



и «технологическое планирование предприятия». При этом на передний план вышли существующие нераздельно друг от друга технологические и функциональные процессы и системы, т.е. «производственное оборудование промышленного предприятия, рассчитанное с запасом», со всеми присущими им связями. «Проектирование всегда ориентировано на будущее, это способность думать и действовать на шаг вперед, структурировать и организовывать процессы производства материальных, энергетических или информационных товаров, подлежащие реализации или реконструкции (изменениям)» (Rockstroh, 1973, S. 9).

Кеттнер также вывел определение задачи производственного планирования, используя аналогичный подход: «Задача производственного планирования состоит в том, чтобы с учетом многочисленных рамочных и граничных условий создать промышленное предприятие для достижения производственных целей, а также для реализации социальных и народнохозяйственных функций» (Kettner et al., 1984, S. 3).

Агтелеки рассматривал производственное планирование как «многостороннюю, комплексную и обширную сферу планирования, в которой различные подзадачи благодаря единой целевой установке объединяются в одно закрытое целое», выдвигая при этом предприятие на передний план (Aggteleky, 1987).

В то время как цель производственного планирования тогда преимущественно заключалась в организации «крупнозаводских технических процессов», в цели и задачи создания предприятия входило построение организационной структуры и установление последовательности производственных операций в пределах заданной структуры промышленного предприятия или завода.

Науки об организации и экономике производства, одной из которых является и культура производства на предприятии, приобретают все большее значение. Появляется все больше заводов и производственных объектов, планирование, эксплуатация и реорганизация которых должны осуществляться с ориентацией на жизненный цикл.

Изделия, технологии и процессы, занимающие доминирующие конкурентные позиции на рынке, являются результатом мировоззренческих концепций и исследований в различных отраслях, областях знаний и ноу-хау отдельных сотрудников предприятий. На обсуждение выносятся инновационный подход к технологиям, ориентированный на научные исследования (Spur, 2011, S. 781; Spur et al., 2012).

*Преимущественное значение имеют инновационные производственные технологии*, определяющие процесс прямого материального создания стоимости, в сочетании с услугами, тесно связанными с производством и интегрированными в него. Науки, изучающие производственные процессы (Spur, 1994), вместе с другими науками (рис. 2.1) ставят целью использование всех полученных результатов для последующей разработки существующих и будущих предприятий на основании мультидисциплинарных, кооперационных и межсетевых методов работы. Это предполагает необходимость межотраслевого взаимодействия высококвалифицированных специалистов из различных областей исследования.



Рис. 2.1. Мультидисциплинарность наук, изучающих производственные процессы (Sprig, 1994, S. 14)

В условиях рационального использования ресурсов, применения новых легких строительных материалов, а также расширенного использования возобновляемых источников энергии и ИТ-технологий в будущем для производственного планирования и эксплуатации промышленных предприятий все большее значение будут приобретать науки, изучающие производственные процессы и применяющие мультидисциплинарный подход в целях исследования, обучения и практики. Мультидисциплинарность наук, изучающих производственные процессы, производственное планирование и эксплуатацию промышленных предприятий в качестве неотъемлемых научных дисциплин будут обязательно учитываться в будущем для удовлетворения этих запросов.

## 2.2. Реорганизация процессов производственного планирования и эксплуатации промышленных предприятий

Задачи производственного планирования и эксплуатации промышленных предприятий объединяются в одно целое с целью необходимости сделать основным предметом этой области не только планирование и проектирование, но и эксплуатацию,

содержание и использование производственных сооружений. По данному вопросу Шпур делает следующий вывод: «Промышленные предприятия (имеются в виду заводы и фабрики) в качестве подмножества предприятий характеризуются, в частности, тем, что их производственная деятельность осуществляется в пределах специализированных, целеориентированных строительных сооружений по заданным организационным принципам» (Spur, 1994, S. 19).

В своей книге «Производственное планирование» Шмигалла собрал воедино все задачи, темы, понятия и методы производственного планирования (Schmigalla, 1995). При этом как Шпур, так и Шмигалла сделали центральным звеном своих исследований промышленное предприятие, подверженное постоянным изменениям.

Тем не менее комплексный принцип единства планирования и управления на практике «приживался» очень долго. Такой принцип сначала применялся к действующим промышленным предприятиям, имеющим классическую организационную структуру и более или менее жесткие производственные структуры. На основании этого осуществлялась интерпретация методов планирования и управления. Цель планирования и управления производством (ПиУП) состоит в комплексном изучении проблемы планирования ресурсов на промышленном предприятии или в сети создания стоимости. ПиУП охватывает все ресурсы промышленного предприятия, а также все цепочки и сети поставок. Первоначально анализ циклов изделий, процессов и всех подсистем промышленной системы производился в основном выборочно и лишь на более поздних этапах выполнялся уже более глобально, с более высокой степенью интеграции.

На тему «Промышленные предприятия» и «Производственное планирование» существует большое множество различных публикаций. В них описываются отдельные этапы планирования, начиная с привлечения заказов и заканчивая этапом завершения проекта. За этапом завершения проекта следует этап выхода предприятия на проектную мощность. При этом в установленных процедурах и моделях в основном делается акцент на процессы изготовления штучных изделий в рамках промышленного производства.

В 1970–1980-е гг. на эту тему было опубликовано большое количество работ, в которых, помимо прочего, рассматривались актуальные проблемы функциональных, модульных и сегментированных предприятий.

В настоящее время в продаже появились специализированные книги, авторы которых анализируют различные аспекты планирования гибких промышленных предприятий, объединенных в предпринимательские сети и способных к преобразованиям. Ниже в хронологическом порядке дается примерный перечень авторов таких книг, одновременно являющихся представителями соответствующих научных школ: Эверсхайм и Шу (Eversheim und Schuh, 1999), Грундиг (Grundig, 2000), Шенк и Вирт (Schenk und Wirth, 2004), Павеллек (Pawellek, 2008), Виндаль и др. (Wiendahl et al., 2009), Феликс (Felix, 2010), Хельбинг (Helbing, 2010), Шенк и др. (Schenk et al., 2010), Брахт и др. (Bracht et al., 2011).

Одной из заслуг экспертного комитета VDI ADB «Производственное планирование» (VDI ADB-Fachausschuss «Fabrikplanung») стала систематическая подготовка соответствующей информации по теме процесса проектирования в стандарте VDI 5200 (2010), а также вынесение на обсуждение результатов выполненных работ. В частности, это касается понятий, проектных ситуаций, целей планирования, дисциплин, изучающих планирование, тем планирования, а также этапов планирования с постановками узкоспециальных целей. Эта информация представляет собой хороший исходный базис для проектов производственного планирования в сфере «Производство штучных изделий» в современной практике.

Тем не менее уже сегодня намечаются некоторые отчетливые тенденции, которые необходимо учитывать при планировании и эксплуатации «ресурсосберегающих промышленных предприятий, способных к преобразованиям», исходя из возникающих дополнительных требований. Расширенный метод анализа, помимо прочего, относится и к этапам планирования, ориентированным на жизненный цикл, а также к различным темам и определениям. На основании имеющейся предварительной версии стандарта VDI 5200 приводятся некоторые дополнительные примечания и вносятся предложения относительно промышленных предприятий, их эксплуатации и производственного планирования.

В последнее время на практике прочно закрепился принцип ориентированного на изделия и процессы совместного планирования и управления *ресурсосберегающим предприятием, способным к преобразованиям и объединению в предпринимательскую сеть*, что является центральным объектом нашего исследования, поставлены методы, несущие в себе отпечаток творчества и объединенных знаний участников процесса из различных областей знаний, в частности отпечаток культуры производства.

### **2.2.1. Изменения процессов производственного планирования и эксплуатации промышленных предприятий**

*Реорганизация процессов производственного планирования и эксплуатации промышленных предприятий должна учитывать следующие изменения:*

#### **а) Изменение областей применения**

Цели и задачи производственного планирования и эксплуатации промышленных предприятий меняются с течением времени. И в ходе этих изменений на основании творческого подхода необходимо постоянно осуществлять корректировки, причиной которых становятся так называемые «драйверы изменений». Ниже приводятся некоторые примеры «драйверов изменений».

### Изменения, относящиеся ко всему обществу

- Намечаются ощутимые изменения связей между производством, окружающей средой и обществом в свете новых требований, предъявляемых в области экономики и экологии. На рис. 2.2 показаны глобальные взаимосвязи этих аспектов с точки зрения устойчивого развития и целевых установок, относящихся ко всему обществу. Все, что поступает на промышленное предприятие, должно выходить с предприятия в «облагороженном виде».

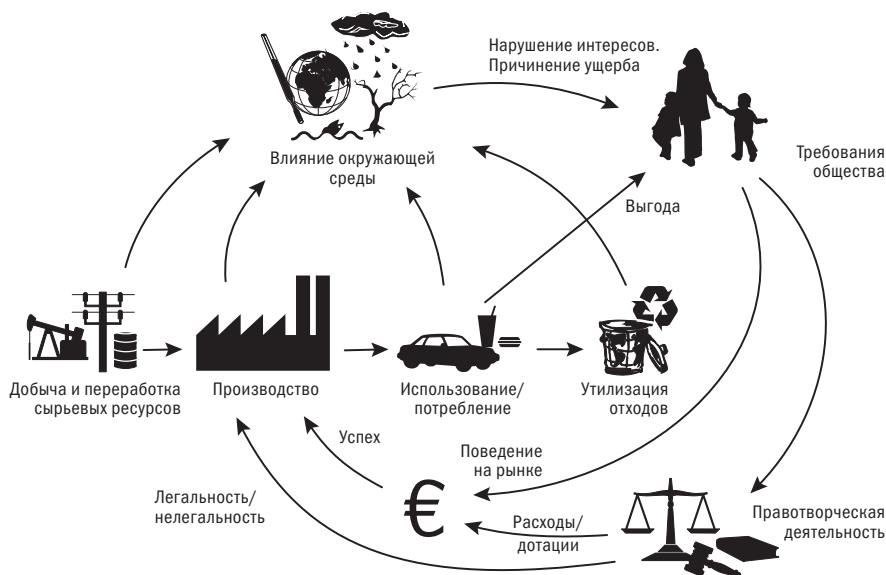


Рис. 2.2. Взаимосвязи между производством, окружающей средой и обществом (Löfler, 2003)

Последствия: растущее экологическое самосознание требует разработки устойчивых, экологически рациональных решений. Эти последствия затрагивают все промышленное предприятие в целом, со всеми его компонентами, используемыми методами и возникающими отходами производства. Применение принципа бережного обращения с ресурсами является всеобъемлющей задачей производственного планирования и эксплуатации промышленных предприятий. И если ранее эта задача изучалась лишь выборочно, то в будущем она уже будет рассматриваться как единое целое. Значение этой темы в ближайшем будущем становится понятным уже сегодня, если проанализировать термин «комплексное управление ресурсами».

К тому же проблема энергоэффективности имеет глобальный характер и в связи с этим рассматривается далее как отдельный аспект.

- По причине глобальной нехватки ресурсов во всем мире экономика вынуждена повышать эффективность использования материалов и энергоресурсов при производстве изделий и реализации процессов, а также их безопасность для окружающей среды.

Последствия: такие действия приводят к принятию мер, направленных на уменьшение объема потребления ресурсов (сырья, материалов, оборудования, технических установок, энергоресурсов, капитала и работ), уменьшение уровня выброса вредных веществ в атмосферу и увеличение полученной пользы при неизменном или сниженном объеме использования ресурсов и уровне вредных выбросов (Schuh et al., 2012, S. 29–40).

- В условиях глобального энергетического дефицита производство и использование энергии являются задачами общемирового значения.

Последствия: по итогам анализа и изучения проблем энергоэффективности был произведен переворот в области решений, связанных с производственным планированием и эксплуатацией промышленных предприятий. Многие «оптимальные» решения по затратам, существующие в настоящее время, в будущем уже нельзя будет применять из-за их недостаточной энергоэффективности. Промышленное предприятие будущего станет самостоятельно, в автономном режиме создавать и использовать альтернативные источники энергии (энергию солнца, ветра, биомассы, речного потока) там, где это будет целесообразно. Такой подход требует изменения операторских концепций для технических систем по выработке и использованию энергии.

- Демографические изменения, происходящие в развитых промышленных странах, выражены крайне отчетливо, они выявляются и описываются как тенденции.

Последствия: демографические изменения требуют разработки новых концепций и новых мероприятий для производственного планирования и эксплуатации промышленных предприятий. Демографические изменения оказывают сильное влияние на изделия и услуги в будущем, на организацию труда и эргономику рабочих мест. Этот тренд предопределяется в том числе и некоторыми решениями по автоматизации, что приводит к появлению новых адаптивных форм организационной структуры и созданию человеко-машинных интерфейсов.

- В настоящее время заметно увеличилось количество угроз, вызываемых изменением климата (экстремальные метеороусловия, природные катастрофы), различными авариями, забастовками, террористическими актами, шпионажем и саботажем. Раньше события чрезвычайного характера

ограничивались каким-либо одним регионом, но теперь события, происходящие в отдельном регионе, уже оказывают воздействие на целые глобальные сети поставок и производства.

Последствия: в настоящее время промышленные предприятия должны создаваться с достаточным запасом прочности и безопасности. Это касается выбора отдельных элементов предприятий, их объединения и всех соответствующих процессов. Надежность и безопасность в настоящее время относятся к наиболее важным характеристикам, которыми должны обладать промышленные предприятия.

- Глобализация экономики сопровождается ростом количества временных сетей предприятий, способных к ускоренным преобразованиям за определенный период времени. Сети предприятий объединяют в себе производственные единицы, основанные на компетенции, в рамках материально-технических, информационных, партнерских и производственно-экономических отношений.

Последствия: для реализации такого подхода требуются фабрики и заводы, а также производственные модели, объединенные во временные сети предприятий и способные к реорганизации. Фабрики и заводы должны быть подготовлены к объединению в предпринимательскую сеть, способную к ускоренным преобразованиям. Это создает основу для кооперации в сетях, ориентированных на потребности рынка. При этом способность к организации сети предприятий касается всех потоковых систем. Все описываемые тенденции представлены в общем виде на рис. 2.3. С помощью ключевых слов (например, экологическая сбалансированность) наглядно иллюстрируются требования, предъявляемые к промышленному предприятию.

#### Изменения пожеланий клиентов (рис. 2.3)

- Со стороны клиентов постоянно возникает спрос на новые изделия, обладающие новыми или улучшенными характеристиками.

Последствия: исследование и разработка являются составными частями промышленного процесса создания стоимости. При производстве новых изделий зачастую необходимо, помимо прочего, использовать новые технологии и оборудование. Процесс преобразования промышленных предприятий, а также связанные с этим производственное планирование и эксплуатация промышленных предприятий становятся постоянными темами для обсуждения на предприятиях. Клиентский потенциал, ранее ориентировавший предприятия исключительно на продажу изделий, сегодня все больше нацеливает на реализацию выгоды.

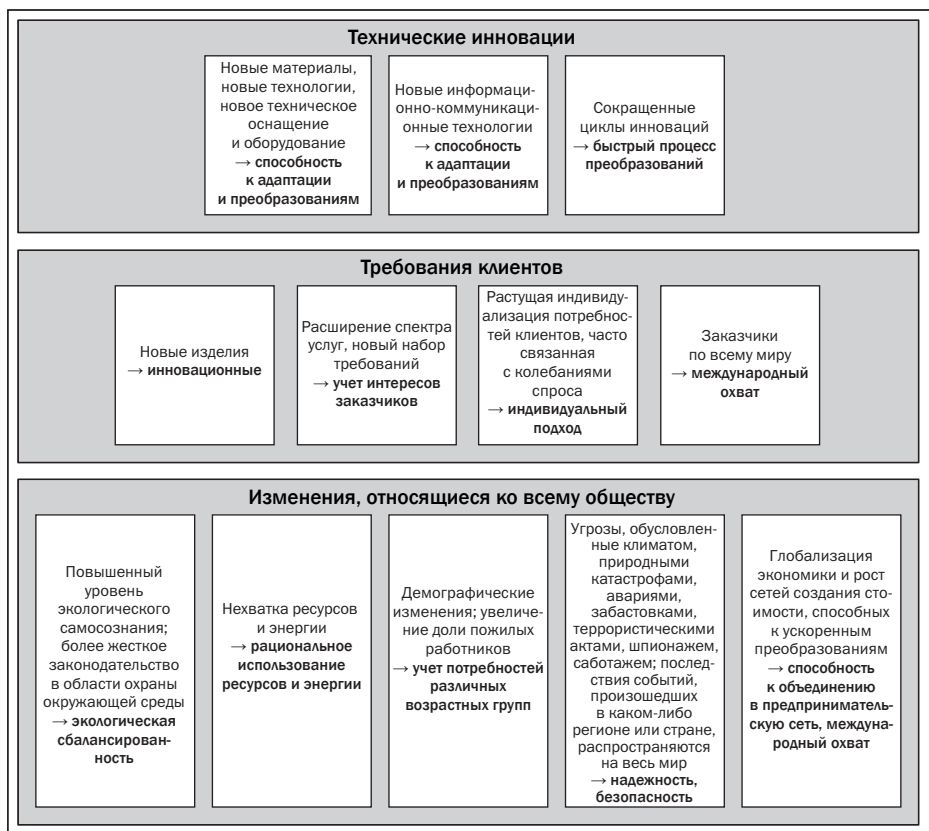


Рис. 2.3. Тенденции, оказывающие влияние на промышленные предприятия, производственное планирование и эксплуатацию промышленных предприятий

- В настоящее время наблюдается рост объема услуг, относящихся к изделиям с различными жизненными циклами.

Последствия: этапы разработки новой продукции, внедрения на рынке, производства, снятия с производства и послепродажной поддержки с комплексом услуг, характерных для этих этапов, вместе с сильной динамикой изменений необходимо осваивать одновременно. В настоящее время уже невозможно осваивать эти этапы без цифрового инжиниринга, сохраняя надлежащий уровень качества. Сегодня срок послепродажной поддержки по изделиям, обладающим высоким инвестиционным потенциалом, может достигать до 25 лет. С учетом того, что доля инновационной продукции в общем объеме производства остается высокой, предприятие вынуждено радикально изменить концепцию обеспечения производства запасными частями и, кроме того, кардинально изменить требования к технической квалификации сотрудников, занимающихся



техническим обслуживанием оборудования, что по силе воздействия на производственные процессы можно сравнить с эффектом от взрыва бомбы.

- В отличие от объектов материального характера, необходимых для сбыта потребительских товаров и продукции промышленно-технического назначения, объем продаж услуг возрастает.

Последствия: услуги — это сегменты предпринимательской деятельности, обладающие высоким уровнем потенциала для выполнения инженерно-технических работ. В классическом понимании услуги — это консультирование, разработка экспертных заключений и аналитическая деятельность. Помимо собственно производства необходимо также осуществлять планирование, надлежащую интеграцию и экономически целесообразную эксплуатацию различных процессов оказания услуг. И если ранее услуги рассматривались всего лишь как дополнение к производственному планированию или эксплуатации промышленных предприятий, то сегодня такой вектор развития обуславливает необходимость наличия у инженеров соответствующей квалификации (рис. 2.4). В качестве примера можно назвать компанию, бизнес которой в сфере управления запасными частями, технического обслуживания поставленных заказчиком систем осуществляется в качестве бизнеса по оказанию услуг.

- В настоящее время отмечается рост индивидуализации пожеланий клиентов: потребители стремятся приобрести новые, отличные от других изделия, занимающие доминирующие конкурентные позиции на рынке, изготовленные по новым, конкурентоспособным технологиям, с целью удовлетворения потребностей рынка, имеющих глобальный охват.

Последствия: глобальный спрос порождает необходимость создания глобальных сетей закупок, производства, поставок и сервисного обслуживания. Промышленные предприятия в настоящее время осуществляют свою деятельность в глобальном масштабе. Такая ситуация приводит к расширению функционального «поля действий» производственного планирования и эксплуатации промышленных предприятий. Индивидуальность изделий требует принятия «умных» решений, направленных на создание стандартных процессов эффективных масштабов и разработку освоения сложных систем.

#### Примеры изменения технических инноваций (рис. 2.3)

- Инновационные изделия, состоящие из комбинаций новых материалов и изготовленные с использованием новых обрабатывающих и перерабатывающих технологий и технических систем, находят все большее применение.



**Рис. 2.4.** Инженерно-технические услуги (интегрированные в производство, связанные с производством или не связанные непосредственно с производством)

Последствия: постоянно появляются знания о новых материалах, новых технологиях, новых технологических процессах и новых технических системах, что приводит к расширению пространства для принятия решений. Такая информация должна быть подготовлена для специалиста по производственному планированию исходя из поставленной цели.

- В области информационно-коммуникационных технологий постоянно создаются инновационные изделия: такие изделия обладают широчайшими возможностями применения и имеют далеко идущие перспективы.

Последствия: касаются как аппаратного, так и программного обеспечения. Тенденции в области ИТ-технологий частично делают возможной реализацию определенных процессов (например, навигация обеспечивает возможность автоматического управления мобильными объектами) или вносят вклад в дело их улучшения (автоматические идентификационные системы обеспечивают возможность надежной идентификации и, как следствие, отслеживания комплексных жизненных циклов изделий). Технологические матрицы в области идентификации, коммуникации и навигации облегчают специалистам по производственному планированию процесс выбора подходящей технологии в зависимости от поставленной цели.

- В настоящее время наблюдается дальнейшее сокращение инновационных циклов.

Последствия: процессы производственного планирования и эксплуатации промышленных предприятий объединяются друг с другом. Для сокращения времени адаптации в ходе производственных и логистических процессов используются новейшие разработки и методы информационно-коммуникационных технологий и Интернета. Здесь на помощь приходит цифровой инжиниринг: он предоставляет в распоряжение новые платформы развития, тестирования и обучения, в частности с целью создания максимально приближенных к реальности предприятий на виртуальной, цифровой основе.

**Организация ресурсо- и энергосберегающих промышленных предприятий, способных к преобразованиям и учитывающих все процессы и объекты в пределах и за пределами предприятия, является важнейшим вызовом, на который должны реагировать все предприятия, занятые в сфере производства продукции и оказания услуг.**

#### **б) Изменение целевых критериев и их значения (возможность выбора)**

Целевые критерии предприятия изменяются непрерывно. Целевые критерии будущего по выявленным тенденциям, помимо креативности человека, показаны на рис. 2.5.

Принцип *экономичности* подразумевает организацию бизнес-процессов на протяжении всей цепочки создания стоимости и поставок с целью извлечения прибыли, с учетом таких важных индикаторов, как длительность производственного цикла и складские запасы.

Повышенная *гибкость* и способность к преобразованиям относятся как к общим экономическим, социальным и экологическим аспектам, так и к узкоспециальным проблемам производственного характера, включающим в себя рабочую силу, технологию (объекты) и организацию (процессы) применительно к термину «устойчивое развитие».

Принцип *ресурсосбережения* применяется ко всем техническим и организационным процессам, объекты и потоковые системы которых взаимосвязаны с экономикой замкнутого цикла.

*Привлекательность* подразумевает имидж (например, рынок, изделия, технологии, техническое оснащение, здания), устойчивое развитие, негативное воздействие на окружающую среду (например, экологический баланс, экологическая совместимость, уровень выброса CO<sub>2</sub>), а также культуру производства и организацию труда (например, культура предприятия, социальное поведение, эргономичная и гуманная организация рабочего пространства для изделий и процессов). Творческий подход, знания и способность персонала к инновациям являются основными признаками привлекательных и комплексных организационных решений.

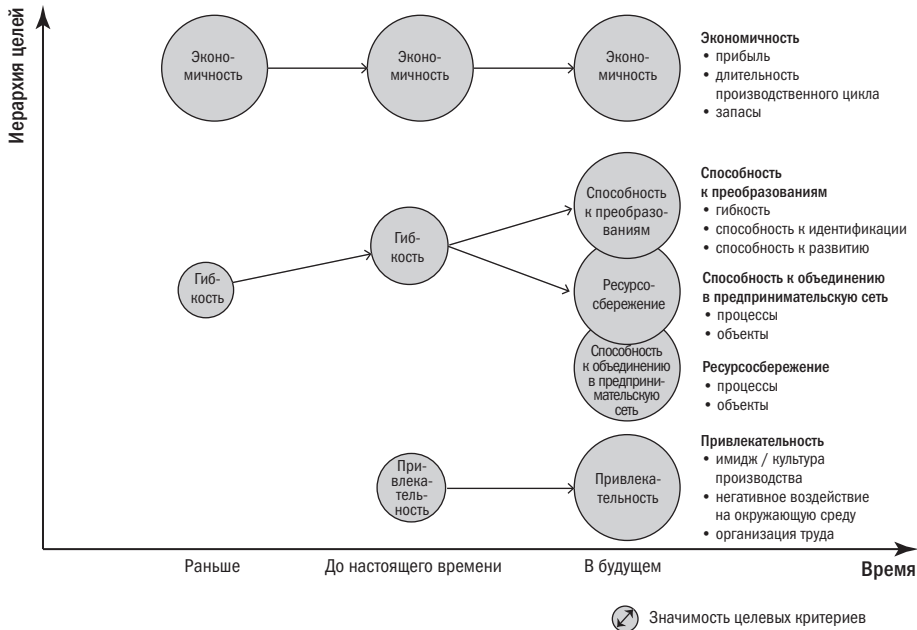


Рис. 2.5. Целевые критерии будущего (Hernandes, 2002, S. 14; Günther, 2005)

Помимо принципа экономичности, актуальными целями производственного планирования также являются способность к преобразованиям, к объединению в предпринимательскую сеть, рациональное использование ресурсов и привлекательность завода или фабрики. Кроме этого, наблюдается тенденция к повышению надежности и безопасности.

## в) Изменение процессов планирования

- Основные изменения планирования ориентированы на процессы и относятся к различным жизненным циклам (планирование, ориентированное на жизненный цикл).

Последствия: это приводит к изменению процессов планирования (начиная с отдельных процессов и заканчивая комплексным планированием) жизненного цикла предприятия по отношению к пользовательскому циклу изделий, процессов, технических систем и зданий, территорий на протяжении всех этапов планирования, начиная с этапа конструкторских проработок, строительства предприятия и заканчивая запуском производства, эксплуатацией, использованием изделий, демонтажем предприятия и утилизацией отходов. Такая ситуация влечет за собой изменение процессов планирования: осуществляется

переход от отдельного анализа *жизненных циклов изделий и циклов воссоздания прибыли* к комплексному анализу. Цикл воссоздания прибыли является временным промежутком на пути от идеи до момента создания изделия, приносящего прибыль, причем извлеченная прибыль становится базисом для производства новых изделий (ориентация на жизненный цикл изделий) (рис. 2.5).

На рис. 2.6 подробно раскрывается суть изменений процессов планирования и реализации, определяемых временной осью цикла производства изделий и воссоздания прибыли. В то время как на первых этапах принятия решений свободное пространство для творчества и коммуникаций является самым большим, при переходе к «индивидуальным» решениям объем этого пространства уменьшается.

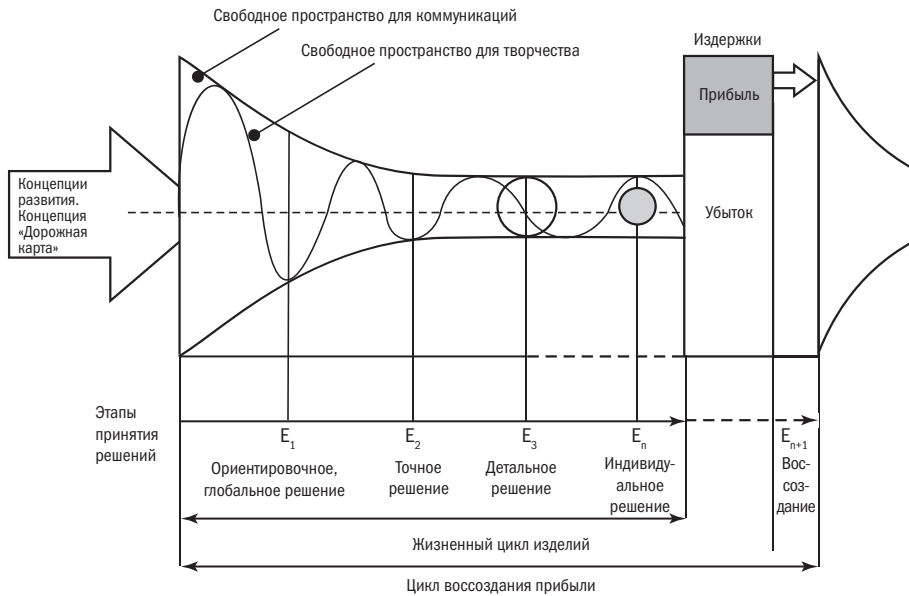
- В будущем временные промежутки этапов принятия решений между жизненным циклом изделия и циклом воссоздания прибыли значительно уменьшаются.

Последствия: навыками производственного планирования и эксплуатации промышленных предприятий можно овладеть только в случае использования соответствующих методов: например, информационно-коммуникационных технологий.

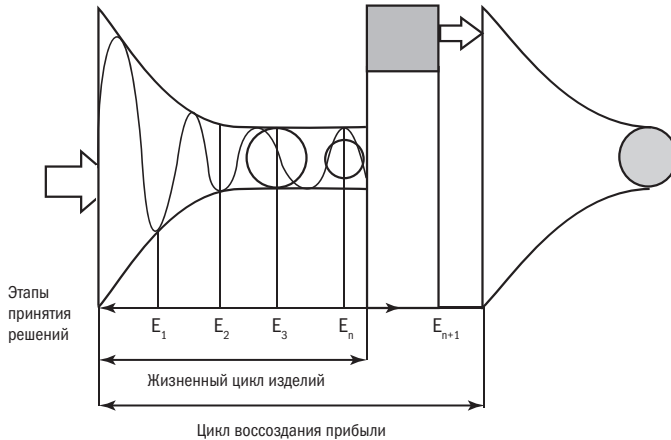
- *Свободное пространство для творчества* — это период новых разработок и планирования, в течение которого разрабатываются новые решения на основании творческого подхода; эти решения с течением времени корректируются, чтобы соответствовать изменяющимся условиям среды.
  - *Свободное пространство для коммуникаций* — это период новых разработок и планирования, в течение которого достигаются инновационные цели для решения различных задач и проблем, а также принимаются различные решения в рамках прозрачного информационного обмена.
- *Коммуникация и ресурс времени* имеют решающее значение в вопросе конкурентоспособности предприятия.

Последствия: для планирования и эксплуатации завода или фабрики требуется большое количество различных партнеров, которые должны за некий установленный промежуток времени разработать концепцию планирования и эксплуатации, а также возвести производственные сооружения. Для достижения этих целей необходимо в короткие сроки придумывать идеи, выполнять творческие замыслы и осуществлять коммуникацию между партнерами и подрядчиками, причем заданные сроки постоянно уменьшаются. Благодаря использованию информации и коммуникации эффективность организации этого процесса продолжает возрастать.

**Ход планирования в настоящее время (фактическое состояние)**



**Ход планирования в будущем (заданное состояние)**



**Рис. 2.6.** Временные изменения в процессах планирования и реализации (Erfurth, 2011 — самопрезентация)

- Наблюдается тенденция к сокращению циклов *реагирования и адаптации*. Вид, объем, частота и время определяют цикл адаптации, драйвером которой выступает конкретная ситуация. Цикл адаптации длится от момента восприятия до момента воздействия необходимых процессов адаптации.