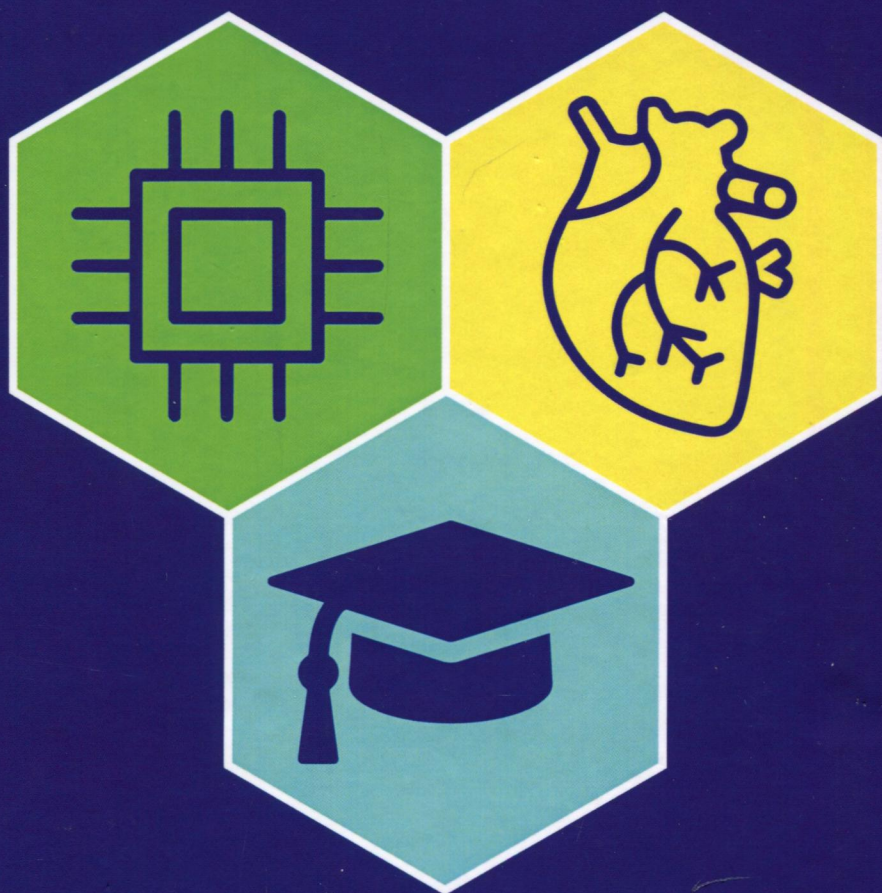


Г.Я. Красников, Е.С. Горнев,
И.В. Матюшкин

Общая теория технологий и микроэлектроника



Г.Я. Красников, Е.С. Горнев, И.В. Матюшкин

Общая теория технологий и микроэлектроника

ТЕХНОСФЕРА

Москва

2020



*Издание осуществлено при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований
по проекту № 20-17-00013, не подлежит продаже*

УДК 001.5 + 621.3

ББК 32.844.1

К78

К78 Красников Г.Я., Горнев Е.С., Матюшкин И.В.

Общая теория технологий и микроэлектроника

М.: ТЕХНОСФЕРА, 2020. – 434 с. ISBN 978-5-94836-611-1

В книге дается анализ общей теории технологий (ОТТ), ее предьстории и предпосылок возникновения, трудов предшественников с позиций промышленных технологий микроэлектроники, являющихся как наукой, так и системой практической деятельности по организации и управлению процессами полного цикла создания интегральных микросхем с целью минимизации совокупных затрат при максимально возможном полезном эффекте. Книга рассчитана на широкий круг читателей, склонных к теоретическим обобщениям. В первую очередь она адресована исследователям в области теории систем и системной инженерии, будет полезна философам и историкам, занимающимся проблемами техники, технологии и научно-технического прогресса, а также биохимикам, физиологам, медикам, разработчикам методов генной инженерии, преподавателям – всем, кто способен использовать технологический подход и ОТТ в переосмыслении собственной предметной области.

УДК 001.5 + 621.3

ББК 32.844.1

© Красников Г.Я., Горнев Е.С., Матюшкин И.В., 2020

© АО «РИЦ «ТЕХНОСФЕРА», оригинал-макет, оформление, 2020

Издательство благодарит А.А. Плотникову за помощь в оформлении обложки

ISBN 978-5-94836-611-1

Содержание

Обращение к читателю	6
Введение	7
Глава I. Предыстория и статус общей теории технологий.....	13
Место ОТТ в рамках общей теории систем	13
«Кибернетическое» направление работ по технологии	15
Технология по Станиславу Лему	17
Естественные технологии академика Уголева	18
ОТТ по В.Н. Романенко и Г.В. Никитиной	20
«Социально-историческое» направление работ по технологии	24
Технология и Мегамашина по Л. Мамфорду	27
Технологии по Д. Сахалу.....	29
Уровни и аспекты описания технологии	30
Краткий очерк развития технологий в истории человечества	36
Древность	37
Античность.....	43
Средние века	45
Новое время	49
Новейшее время.....	52
Роль микро- и нанoeлектроники в формировании современной цивилизации и культуры	54
Выводы к главе I	58
Глава II. Философские и методологические вопросы общей теории технологий.....	60
Взаимосвязь ОТТ с философией техники. Философия технологии	60
Связь демографического и технологического императивов.....	62
Представление о Великой Триаде	64
Тезисы авторского варианта ОТТ. Их связь с взглядами Платона и Аристотеля	66
Тезис дескриптивности: абстракция технологии применима к любой технологии, проявленной в реальности (технической, живой или социальной).....	66
Тезис иерархичности: технология является сложной системой, требующей многоуровневого и многоаспектного описания	69
Тезис эмерджентности: каждый уровень описания технологии порождает специфичные для него понятия.....	72
Тезис перечислимости: все технологии могут быть каталогизированы.....	73
Тезис автономности: ОТТ не влияет на технологии.....	73
Априорный характер основных понятий ОТТ. Поясняющие примеры	74
Средства формализации. Теория родов структур	78
Классификационные признаки технологий.....	80
К вопросу о каталогизации технологий в различных сферах.....	89

Каталог искусственных технологий.....	90
Каталог естественных технологий.....	92
Каталог социальных технологий.....	95
Обоснования применения ОТТ в биологии. Специфика технологий в различных сферах применения.....	95
Выводы к главе II.....	99
Глава III. Уровень технологической операции.....	100
Существующие подходы к описанию. Идея преобразования.....	101
Тезис двойственности. Компонентно-временная структура технологической операции.....	107
Существующие подходы к формализации. Формальная схема технологической операции.....	110
Классификация технологических операций.....	115
Специфика контрольно-измерительных и профилактических ТО.....	116
Технологические операции в непрерывных технологиях и парадигма технологического потока.....	120
Общая классификация ТО и ее приложение для микроэлектроники.....	124
Эволюция ТО микроэлектроники на некоторых примерах.....	127
Диалектика развития технологических операций и маршрутов.....	135
Выводы к главе III.....	138
Глава IV. Уровень технологического маршрута.....	140
Существующие подходы к концептуализации ТМ.....	141
Многообразные примеры ТМ в различных областях.....	148
Поточные линии в пищевой промышленности (по Панфилову В.А. и др.).....	154
Биотехнология: инсулин.....	159
Дефиниция и концептуальная схема ТМ.....	161
Изделия и технологические маршруты микроэлектроники.....	168
Общая характеристика ТМ микроэлектроники.....	168
Технэ микроэлектроники.....	177
Взаимосвязь структуры изделия и ТМ изготовления.....	191
Представление сборочных изделий упорядоченными множествами.....	192
Аппарат теории нормальных алгорифмов и его семантика в технологии.....	193
Мера сложности изделия и ТМ его изготовления.....	201
Вопросы качества продукции и теории надежности. Приложения в микроэлектронике.....	205
Общие понятия дефекта и дефектности.....	205
Модели выхода годных изделий.....	210
Проведение испытаний для изделий и феноменология надежности.....	215
Существующие подходы в теории надежности.....	220
Физико-статистический подход и его связь с энтропией.....	231
Еще раз о диалектике эволюций ТО и ТМ.....	238
Выводы к главе IV.....	241

Глава V. Уровень производственного процесса	243
Соотношение между производственным и технологическим процессом.....	244
Технологический процесс как расписание.....	248
Технэ уровня ПП и количественные показатели ТП.....	251
Гомеостаз и адаптивность в естественных технологиях.....	254
Адаптивность промышленной технологии.....	261
Производственный процесс микроэлектроники.....	266
Концептуальная схема ТП.....	275
Стадии развития ТП и ПП для микроэлектроники.....	280
Система качества в микроэлектронике.....	286
Общее представление о системе качества.....	287
Обеспечение качества материалов и ультрачистой воды.....	289
Обеспечение качества технологической среды в чистых комнатах.....	294
Обеспечение качества окружающей среды и вопросы экологии.....	298
Выводы к главе V.....	300
Глава VI. Уровень технологии	302
Зарождение технологии.....	303
Зарождение микроэлектроники.....	306
Развитие технологии.....	317
Закономерности зрелого периода развития микроэлектроники.....	318
Первый закон Мура.....	324
Второй закон Мура.....	333
Современное состояние микроэлектроники.....	336
Закат технологии.....	346
Трансфер и диффузия технологий.....	346
Концептуальная схема уровня технологии.....	350
Выводы к главе VI.....	353
Глава VII. Высшие уровни описания: сумма технологий и пантехнология	355
Два краеугольных камня уровня СТ: межотраслевой баланс и гиперцикл.....	356
Гиперциклическая модель научно-технического прогресса.....	362
Происхождение обобщенного закона Мура. Примеры систем технологий.....	372
О принципиальной неполноте ОТТ в описании реальности.....	378
Выводы к главе VII.....	382
Заключение	384
Приложение 1. Становление и развитие производственного процесса на заводе «Микрон» при НИИ молекулярной электроники	386
Приложение 2. Анализ плотности распределения изделий в фазовом пространстве для простейших моделей деградации	401
Список литературы	412
Список сокращений	431