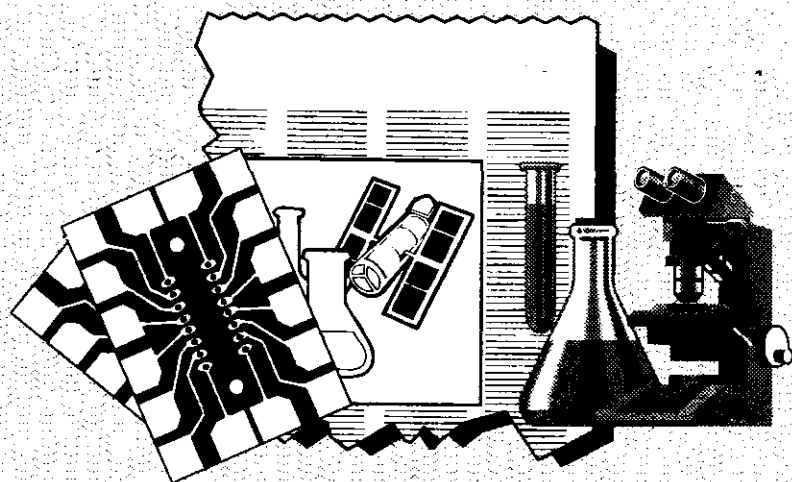


# ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ XXI ВЕКА

Под редакцией доктора физ.мат.наук  
профессора Ю.П.Хапачева



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. Х.М. БЕРБЕКОВА

---

---

## **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ XXI ВЕКА**

**Под редакцией доктора физ.-мат. наук  
профессора Ю.П.Хапачева**

*Рекомендовано в качестве учебного пособия  
Научно-методическим советом по физике  
Учебно-методического объединения  
университетов России*

НАЛЬЧИК 2000

УДК 6209:629.78:621.384.63:541.6:573.6

ББК 22.312:39.62:22.381.12.24.7:30.16

X 12

*Рецензенты:*

институт кристаллографии РАН

кафедра физики твердого тела  
Сыктывкарского государственного университета

доктор физико-математических наук **В.А. Бушуев**,  
физический факультет МГУ, Москва

доктор биологических наук **Т.И. Шустова**,  
Ст.-Петербургский НИИ "Уха, горла, носа и речи"

**Хамуков Ю.Х., Дышеков А.А., Оранова Т.И., Гордогожев А.З.,  
Алешко-Ожевский О.П., Елюхин В.А., Хапачев Ю.П.**

X 12 Перспективные технологии XXI века. - Нальчик: Каб.-  
Балк. ун.-т, 2000. - 188 с.

В книге приведены основные сведения из наиболее перспективных технологий конца XX века. Обсуждается энергетика, авиакосмические технологии, полимеры со специальными свойствами, биотехнология, эпитаксиальные и синхротронные технологии.

Издание предназначено для студентов, аспирантов и преподавателей вузов, читающих курсы по циклу естественнонаучных дисциплин для гуманитарных специальностей

991574

Кабардино-Балкарский

УДК 6209:629.78:621.384.63:541.6:573.6  
ББК 22.312:39.62:22.381.12.24.7:30.16

ISBN 5-7558-0068-5

©Кабардино-Балкарский государственный  
университет им. Х.М. Бербекова, 2000

©Хамуков Ю.Х., Дышеков А.А., Оранова Т.И.,  
Гордогожев А.З., Алешко-Ожевский О.П.,  
Елюхин В.А., Хапачев Ю.П.

## ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

Во втором издании исправлены некоторые опечатки и проведена дополнительная коррекция текста. Содержание книги существенно увеличилось за счет главы "Эпитаксия".

Несколько слов о распределении материала между авторами книги.

Глава "Энергетика" написана кандидатом физ.-мат. наук Ю.Х. Хамуковым. В ней рассмотрены экономические, социальные и экологические аспекты различных концепций развития энергетики. Проведено сравнение эффективности энергетических стратегий, принятых в разных странах. Дана оценка значений основных природных ограничений применительно к традиционным и ядерным энергетическим технологиям. Рассмотрены возможности использования возобновляемых источников энергии и солнечной энергетики.

Глава "Авиакосмические технологии" написана кандидатом физ.-мат. наук А.А. Дышековым. В этой главе рассмотрены перспективы развития авиакосмической промышленности в связи с реализацией новых перспективных проектов создания летательной техники и космических аппаратов нового поколения. Обсуждены существующие возможности и тенденции освоения принципиально новых материалов с заданными физико-химическими свойствами. Показано влияние авиакосмических технологий на другие отрасли промышленности и на научно-технический прогресс в целом.

Третья глава - "Синхротронные технологии" написана доктором физ.-мат. наук О.П. Алешко-Ожевским. В ней излагаются физические принципы и наиболее интересные и практически важные результаты использования "фабрики фотонов" - рентгеновского синхротронного излучения (СИ). Показаны перспективы использования СИ в различных областях науки, техники и здравоохранения.

Четвертая глава "Полимеры со специальными свойствами" написана доктором химических наук Т.И. Орановой. В ней частично отражен материал спецкурса, читавшегося автором в течение ряда лет на химико-биологическом факультете КБГУ. В этой главе рассмотрены принципы и способы создания многочисленных групп полимеров нетрадиционного использования: для экстремальных условий эксплуатации, обладающих высокой тепло-, термо-, огне- и радиационной стойкостью, с особыми оптическими и электрическими свойствами (фоточувствительные, пьезоэлектрики, полупроводниковые и электропроводящие). Особое внимание уделено полимерным мембранам, жидкокристаллическим, физиологически активным полимерам и полимерам, обладающим каталитической активностью. Приводятся перспективные направления использования полимеров в качестве преобразователей энергии, для накопления и передачи информации. Большое внимание уделено взаимосвязи свойств поли-

меров с их химическим строением, что позволяет прогнозировать и целенаправленно создавать полимерные материалы с заранее заданными свойствами.

Пятая глава "Биотехнология: горизонты, проблемы, перспективы" написана кандидатом биологических наук А.З. Гордогожевым также на основе читаемого им спецкурса для студентов-биологов КБГУ. В главе рассмотрены концептуальные вопросы современной биотехнологии и ее прикладное значение в различных областях практической деятельности человека. Показаны биотехнологические аспекты получения целевых продуктов, генноинженерные работы, связанные с созданием более продуктивных штаммов-продуцентов, а также коммерческие и экономические аспекты данной дисциплины. Отдельные параграфы посвящены биотехнологическим способам получения белков и аминокислот, глюкозо-фруктозного сиропа (ГФС), производству антибиотиков и гормонов.

Глава «Эпитаксия» написана доктором физ.-мат. наук В.А. Елюхиным, на основе цикла лекций, прочитанных им в свое время за рубежом и используемых при чтении спецкурсов в Санкт-Петербургском политехническом университете. В этой главе подробно изложены принципы и различные методы эпитаксиального выращивания, в первую очередь, полупроводниковых эпитаксиальных структур с заданными физическими свойствами. Класс задач решаемых эпитаксиальным выращиванием структур, делает эти технологии чрезвычайно важными для целого ряда приборов и устройств твердотельной микроэлектроники.

За поддержку второго издания книги мы благодарны директору Института кристаллографии РАН профессору М.В. Ковальчуку, заместителю председателя Комитета по образованию и науке Государственной Думы РФ, профессору М.К. Глубоковскому, и особая наша признательность – ректору КБГУ, профессору В.С. Карамурзову.

13 апреля 1999г.

Ю.П.Хапачев

## ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА

Принято считать, что вторая половина XX века – время беспрецедентной "эпохи науки и технологий". Справедливо ли такое преклонение перед наукой и техникой современности? Ответ на поставленный вопрос неоднозначен и потребует некоторых разъяснений. Дело в том, что уже в течение многих веков выдерживается количественный закон роста науки, описываемый экспоненциальной функцией. Таким образом, число ученых, число публикаций и материальные затраты на науку и технику в целом возрастают, приблизительно утраиваясь за период формирования одного нового поколения, т.е. примерно через каждые 25-30 лет. Экспонента имеет од-

но важное для психологии свидетелей этого роста математическое свойство: все то, что свершается в науке и технике за половину периода жизни одного поколения, приблизительно равно сумме всего, что было совершено человечеством за всю предыдущую историю его существования. В этом смысле наше время ничем особенным не отличается, поскольку научно-техническую революцию можно, в принципе, считать перманентной.

Однако (и это явилось стимулом к замыслу и написанию данной книги) наше время все-таки является в определенном смысле особенным, хотя вовсе не потому, что период утروения, по-видимому, уменьшается. Особенность в том, что рост населения существенно отстает от экспоненциального роста науки, и, в то же время, в огромных размерах возрастает доля населения, так или иначе обслуживающего науку и технологии.

Здесь мы имеем в виду не самих ученых, а тот многочисленный вспомогательный персонал, доля которого уже сейчас в развитых странах достигает нескольких процентов от общего числа жителей. Естественно, что количество как самих ученых, так и доля вспомогательного персонала, не могут расти бесконечно. Скорость их роста, начиная с некоторого момента времени, будет уменьшаться, по крайней мере, до скорости роста всего населения пока не наступит естественное насыщение. Уместно напомнить и о материальных затратах на науку и новые технологии, которые также не могут увеличиваться бесконечно и также должны, видимо, достигнуть некоторого насыщения. Вот вкратце те особые причины, вследствие которых создается особая ситуация не только для науки и технологий, но и для всей истории человечества.

Конец нашего века ознаменован интеллектуальной революцией, произошедшей как вследствие взрывного развития информационных технологий, так и из-за все большего вторжения других технологий в повседневную жизнь людей. В предыдущие времена подобное происходило только с религией и искусством, науку и технологии обыватель мог практически не замечать. Теперь же у искусства и религии появился все укрепляющий свои позиции конкурент в лице науки и технологий. В этом аспекте наше время — действительно некая особая эпоха в развитии человечества. Особая она и еще по одной причине: внедрение современных технологий привело к расширению и трансформации особого поля — “поля ответственности”. Проявлением этого явилось как отрицательное, так и положительное отношение к технике. Там, где ответственность уже установлена, внимание обращается на проблемы, связанные с особыми ее видами. Произошедшие изменения в мировоззрении нашли свое отражение как в правовой ответственности, так и в социальном сознании ученых, профессиональной этике инженеров, в теологических дискуссиях и философских исследованиях.

Все это ставит на повестку дня проблему знакомства широкого круга читателей не только с концепциями современного естествознания, но и с наиболее важными технологиями конца XX-начала XXI века.

Формулировка указанной выше задачи стратегического плана ставит на повестку дня и вторую, ей подчиненную – тактического плана. Ввиду огромного количества информации о разнообразных современных технологиях, в цикле естественнонаучных дисциплин приходится делать некоторое разумное ограничение при выборе материала. Короче говоря, в первую очередь важно выбрать чему учить и уже потом – как учить. Объективным обстоятельством в выборе такого минимума явилась Федеральная целевая научно-техническая программа на 1996-2000 годы “Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники гражданского назначения”, согласно которой утверждены (Постановление Правительства РФ от 23.11.96 №1414), в частности, следующие приоритетные направления развития науки и техники: топливо и энергетика, транспорт, производственные технологии, новые материалы и химические продукты, технологии живых систем и т.д. Исходя же из субъективных представлений инициатора и редактора данной книги выбран нижеследующий минимум “перспективных технологий XXI века”. Эти разделы, наряду с информационными и нанотехнологиями (чему следует посвятить отдельную книгу) должны обеспечить основной вклад в научно-технологическое развитие и в достижение текущих и долгосрочных социально-экономических целей развития страны.

Редактор и коллектив авторов благодарны Д.А. Тарасову за набор части рукописи и создание компьютерного макета.

26.06.97

Ю.П.Хапачев

## **ВВЕДЕНИЕ. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПРИНЦИПЫ НОВЕЙШИХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Наше время характеризуется коренным изменением “отношений” между человеком и материалами, между гуманистическим и технологическим аспектами человеческого бытия.

Вся история человечества непосредственно связана с освоением и хозяйственным применением все новых и новых материалов и совершенствованием технологий. В историческом аспекте человек сначала научился непосредственно применять природные материалы, доступные в природе: дерево, камень, затем глину, растительные волокна и животные ткани. В дальнейшем происходит усложнение обработки природных материалов и использование материалов, не

встречающихся в природе: металлы (сначала бронза, потом медь и железо), стекло.

Появление новых возможностей, связанных с освоением ранее недоступных материалов, не только мощно стимулировало производство, но и открывало возможности совершенствования и развития новых технологий. При этом человек непосредственно использовал заданные, природные свойства материалов (например, твердость и пластичность железа, прозрачность стекла). В этом смысле люди были жестко ограничены естественными природными свойствами материалов — нельзя, например, значительно увеличить прочностные свойства железа механическим воздействием (ковкой). Свойства материалов изучались (познавались) сугубо эмпирически и воспринимались исключительно как данные, не подлежащие изменению. Любая технология представлялась просто как набор, последовательность неких эмпирических рецептов без какого-либо понимания сущности процессов, лежащих в их основе. Самый показательный и поучительный пример — всем известная история с булатной сталью.

Однако только в наше время благодаря новейшим достижениям прикладной науки и связанному с этим более глубокому пониманию физических, химических и биологических свойств различных веществ, а также технологии материалов, появилась возможность получать материалы с заданными свойствами, то есть такими, которые удовлетворяют конкретным требованиям.

В проблеме освоения новых материалов и технологий выделяются два основных направления. Первое направление связано с влиянием новых материалов и технологий на экономическое развитие общества. Во втором направлении изучаются современное состояние и тенденции развития в материаловедении и технологии создания материалов, удовлетворяющих упомянутым экономическим потребностям.

В совокупности эти две группы вопросов затрагивают одну из важнейших проблем человечества. материаловедение и технология позволяют не только удовлетворять все возрастающие потребности экономики в новых материалах. Они также открывают обществу возможности и пути для решения таких насущных проблем, как истощение природных ресурсов и поддержание высоких темпов экономического развития. Производительность труда и структура производительных сил также сильно зависят от прогресса в этой области.

Можно даже сказать, что в последние два-три десятилетия одной из главных задач, решаемых экономистами и политическими руководителями, стала разработка и внедрение стратегий, позволяющих извлекать максимальные выгоды из возможностей, открываемых развитием материаловедения.



Экономический аспект проблемы упирается в следующие достаточно очевидные задачи: требуемый продукт должен быть произведен с наименьшими затратами труда, а также материальных и финансовых ресурсов; потребление энергии по возможности должно быть минимальным; производство должно удовлетворять экологическим требованиям. Однако решение этих задач вовсе не очевидно и далеко не всегда однозначно.

Применение новых материалов является важным фактором в решении таких фундаментальных экономических проблем, как ограниченность природных ресурсов, поддержание темпов экономического развития и роста производительности труда, сохранение конкурентоспособности на мировом рынке. Первая из этих проблем может быть проиллюстрирована на примере меди. Спрос на медь продолжает оставаться стабильным, так что даже очень бедные по содержанию металла месторождения продолжают эксплуатироваться, кроме того, резервы меди пополняются и за счет утилизации отходов. Однако как электропроводящий материал медь вытесняется другими металлами, например, алюминием. Синтезируются также электропроводящие полимеры. В промышленности же средств связи медь вытесняется оптическими волокнами.

Угроза энергетического голода в глобальных масштабах может быть устранена только при внедрении принципиально новых технологий, основанных на ядерном делении, использовании солнечной энергии и, особенно, на термоядерном синтезе. Все эти технологии требуют разработки принципиально новых материалов, например, сверхпроводников для создания сверхмощных магнитных полей в термоядерных реакторах или передачи энергии без потерь на большие расстояния.

Какие же основные группы новых материалов представляются наиболее перспективными и значимыми в современном производстве? Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо обратиться к самым динамично развивающимся и наиболее "продвинутому" в научном и технологическом отраслям экономики, определяющим экономический прогресс и уровень развития страны. Это, в первую очередь, электроника, энергетика, аэрокосмическая техника, химическая промышленность, медицина.

Основными материалами этих отраслей являются полупроводники (включая новейшие многокомпонентные соединения, используемые в твердотельной фотонике), композиционные материалы, керамики, металлические сплавы, полимеры. Каждый из этих материалов заслуживает отдельного большого обсуждения (и мы в дальнейшем будем этим заниматься) и представляет, по существу, неотъемлемое поле деятельности ученого-материаловеда и технолога.

Среди упомянутых технологий особняком стоят совершенно новые, не имеющие аналогов, технологии — это информационные тех-

нологии. Продукты таких технологий – компьютерные сети, базы данных, разнообразные виды программного обеспечения – хотя и не имеют осязаемый “материальный” характер, тем не менее, оказывают колоссальное влияние не только на экономическое, но и на духовное состояние общества.

Вплоть до недавнего времени между теми, кто занимался практической разработкой новых материалов, и учеными-материаловедами лежала глубокая пропасть. Выбор и преобразование материалов, их обработка стали важнейшими факторами человеческой культуры. В то же время наука о материалах (т.е. знание того, как они устроены и почему те или иные воздействия на них приводят к определенным эффектам) развивалась медленно и не выходила за пределы умозрительных представлений. Появление новых мощных теоретических концепций, разработанных физиками и химиками, и совершенных приборов способствовало тому, что наука стала основной движущей силой в развитии техники.

За последние сорок лет удалось сделать ряд фундаментальных открытий, на которые опираются все современные разработки новых материалов и технологические методы их получения и обработки. Основной вклад науки в рассматриваемую область состоял в том, что ей удалось установить взаимосвязь между внешне проявляющимися свойствами материалов и их внутренним строением. Как было установлено, материалам свойственна определенная внутренняя архитектура, иными словами, иерархическая последовательность структурных уровней. Эта архитектура представлялась довольно сложной, так как она должна была объяснять все многообразие проявляемых материалами свойств. Признание этого факта, в свою очередь, предполагало, что поведение того или иного материала можно предсказать заранее, если тщательно изучить его внутреннюю архитектуру. В связи с этим особое внимание будет уделено полимерным материалам со специальными свойствами.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ. НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ НОВОВВЕДЕНИЙ**

Человеческому сознанию свойственно приписывать будущему некие идеальные, недостижимые черты. Большинство из нас как дети уверены, что однажды мы (или наши потомки) будут жить в мире, полном технологических чудес. Кино, телевидение, книги, мировые выставки обещают, что уже в начале третьего тысячелетия грядет эра умных роботов-помощников, летающих автомобилей, колоний на Луне, регулярных космических путешествий, подводных городов, наручных видеофонов, жизни без болезней, и, разумеется, 20-ти часовой рабочей недели. Что тут можно возразить?

Немногие из перспективных технологий испытывают недостаток интереса. И не потому, что они основаны на ошибочных принципах, как вечный двигатель. Очень часто эти изобретения выглядят вполне работоспособными. Но тогда почему же использование таких хороших технологий может приводить к отнюдь не блестящим результатам? Почему некоторые нововведения далеко не оправдывают возлагавшихся на них надежд, в то время как другие находят блестящие применения?

Одна из основных причин такой ситуации состоит в том, что даже самые "очевидные" предсказания зачастую внушают неоправданный оптимизм по поводу успешного применения изобретения в ближайшем будущем. Например, двадцать лет назад создание искусственного сердца, работающего в автономном режиме представлялось совершенно реальной и легко достижимой целью - достижимой разумеется не рутинным методом, но вполне ясными и прямыми подходами. Ведь сердце, в конце концов, с точки зрения инженера есть просто четырехкамерный насос для перекачки крови; естественно лучшие умы в области биомедицинской инженерии смогут создать такой насос! Но создание насоса, совместимого с чувствительными тканями и тонкими химическими процессами, протекающими в организме, оказалось очень сложной задачей. Во всяком случае хирурги достигли гораздо больших успехов при трансплантации сердца от донора и подавлении лекарственными средствами иммунологической реакции отторжения.

Аналогично, с 50-х годов до начала 70-х большинство исследователей в области искусственного интеллекта были уверены в возможности симулирования мозговой деятельности. Сегодня они гораздо более скромны в своих притязаниях: хотя их работы и привели к некоторому успеху, например к созданию медико-диагностических экспертных систем и шахматных программ, играющих на уровне гроссмейстера, репродукция чего-либо подобного реальному человеческому интеллекту признается гораздо более трудной задачей.

Хорошая технология по определению должна быть полезной. Она должна быть способной выдерживать жесткие удары рынка, экономические и социальные условия, правительственную политику, причуды человеческой природы и привычек. Как же можно учесть все эти случайности?

К сожалению, некоторые изобретения выглядят чрезвычайно привлекательными в концептуальном плане, однако оказываются не очень хорошими на практике. Одно из таких изобретений – летающий ранец. Прототипы этого индивидуального летающего устройства создавались еще в 60-х годах. Укрепляемый на спине, этот аппарат дает возможность человеку перемещаться в произвольном направлении, как бы воплощая при этом максимальную индивидуальную свободу передвижений: можно летать на работу, в магазин или в школу.

Однако практический анализ заставил летающий ранец приземлиться. Масса необходимого для полета топлива буквально утопила идею. Затраты на полет ощутимо возрастают с расстоянием, так что такой способ передвижения оказывается невыгодным. Кроме того, ранцевый двигатель не обладает достаточной маневренностью.

Для выживания коммерческая технология должна не только хорошо работать, она должна также быть конкурентоспособной на рынке.

Одна из перспективных коммерческих выгод космической программы состоит в поддержке развития возможностей технологий на земной орбите. Теоретически в условиях невесомости возможно выращивать полупроводниковые кристаллы и сверхчистые фармацевтические препараты без несовершенств и примесей, обусловленных действием гравитации. Поскольку стоимость космических полетов все еще остается высокой, создание космических фабрик на орбите потребует значительных затрат на транспортировку необработанного сырья и готовой продукции. Кроме того, конкуренция со стороны "земных" технологий может сделать еще более проблематичным создание космических фабрик в ближайшем будущем.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *К главе 1:*

Алексеев В.В. Экология и экономика энергетики / Новое в жизни, науке, технике. - М.: Знание, 1990

В мире науки. Спецвыпуск: Энергия для планеты Земля. - 1990, ноябрь, №11.

Легазов В.А. // Плановое хозяйство. - 1986, июнь.

Леонтович М.А. // Успехи физических наук. - 1974. - Т.114. Вып.3. - С.555-558.

Проблемы и методы планирования развития энергосистем. ТИИЭР. - 1989. - Т.77. - № 6.

### *К главе 2:*

Tim Beardsley. Science in the Sky. Scientific American. - 1996. № 6. P.36-42

Eugene E. Covert. Evolution of the Commercial Airliner. Scientific American. - 1995. - № 9. P.82-85.

John Rennie. The Unsurtainties of Technological Innovation. Scientific American. - 1995. - № 9. P.43-44.

Моррис А. Стейнберг. Материалы для аэрокосмической техники. В мире науки. - 1986. - № 12. - С.27-33.

Г.Кент Боуэн. Перспективные керамические материалы. В мире науки. - 1986. - № 12. - С.111-119.

Прогресс космической техники - от "Шаттла" до космической станции. ТИИЭР. 1987. - Т.75. - № 3.

### *К главе 3:*

Г.Н. Кулипанов, А.Н. Скринский. УФН АН СССР, 1977. - Т.122. - С.369-418.

Синхротронное излучение - свойства и применение. Сборник под редакцией К.Кунца. - М.: Мир, 1981. - 526с.

Дифрактометрия с использованием синхротронного излучения. Под редакцией Г.Н.Кулипанова. - Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1989. - 144с.

Tanner В.К. Crystal assessment by X-ray topography using synchrotron radiation. //Prog.Crystal Growth Charact. - 1977. - V.1. P.23-56. Pergamon Press.G.B.

Tanner В.К. High resolution X-ray diffraction for the characterization of semiconducting materials.//Advances in X-ray Analysis.Ed.by C.S.Barret et al. Plenum Press. N-Y. 1990. - V.33. - P.1-11.

Bottinger W.J. et al//Nucl. Instr. and Meth. -1982. -V.195. - P.355.

Вазина А.А. и др.//Аппаратура и методы рентгеновского анализа. - 1981. Вып.26. С.3-24.

Aleshko-Ozhevskij O.P., Panchenko V.E. X-ray topography with synchrotron radiation. // Nucl. Instr. and Meth. - 1987. - V.A261. - P.240-245.

Ингал В.Н. и др. Рентгенотелевизионная установка для наблюдения топографических дифракционных изображений. // Приборы и техника эксперимента. 1983. - N.3. - С.188-191.

Ингал В.Н. и др. Установка для визуализации лауэграмм и дебаграмм // Приборы и техника эксперимента 1983. N.4. С.203-206.

Алешко-Ожевский О.П. Рентгеновская топография кристаллов в условиях внешних воздействий. // Заводская лаборатория. - 1989. - Т.55. - С.31-37.

Amemiya Y. et al. Imaging plates for time-resolved X-ray measurements. // Proceedings of The 3rd International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation: SRI-88. Tsukuba. Japan. - 1988. P.VIIIa-3.

Gastaldy J. et al. Ultra-high-vacuum heating camera for in-situ synchrotron radiation X-ray topographic studies. // J.Appl.Cryst. - 1982. V.15. P.381-395.

Bowen D.K., Miltat J. A tensite stage for X-ray topography. // Sci.Instrum. 1976. V.9. P.868-870.

Stephenson J.D. et al. Synchrotron topography of domain movements in Fe-0,035Si by magnetic field. // Phys. Stat. Sol. (a). V.53. P.271-275.

Aleshko-Ozhevskij O.P. Synchrotron topographic study of the phase transition mechanism in crystal of KDP-group. // Ferroelectrics. - 1983. V.48.1/2/3. P.157-162.

Болдырев В.В., Толочко Б.П., Шеромов М.А. и др. // Докл. АН СССР. 1981. Т.259. N.3. С.1127-1129.

Вазина А.А. // Молекулярная биология. 1976. - Т.8 Ч.2. - С.242-307.

Кочубей Д.И., Бабанов Ю.А. и др. Рентгеноспектральный метод изучения структуры аморфных тел: EXAFS-спектроскопия. // Отв. редактор Жидомиров Г.М. - Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1988. - 302 с.

Smither R.K., Westbrook E.M. Design of the Angiography Beamline for the Argonne Advanced Photon Source. // Nucl. Instrum. and Meth. - 1988. V.A266. P.2260-2263.

Chapman D. et al. New Laue Monochromator Used for Angiography at the NSLS. // Synchrotron Radiation News. - 1993. - V.6. - N.2. - P.20-21.

Cerva H., Graeff W. Contrast investigations of surface acoustic waves by stroboscopic topography // Phys.Stat.Sol.(a). - 1984. - V.82. - P.35-45.

*К главе 4:*

Полимеры специального назначения. Пер. с япон. Под ред Н.Исэ, И.Табуси. - М.:Мир, 1983.

Бюллер К.-У. Тепло- и термостойкие полимеры. Пер. с нем. - М.: Химия, 1984.

Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения. - М.: Высшая школа, 1992.

Корняк В.В. Химическое строение и температурные характеристики полимеров. - М.: Наука, 1970

Элиас Г.-Г. Мегамолекулы. Пер. с англ. - Л.: Химия, 1990

Асеева Р.М., Заиков Г.Е. Горение полимерных материалов. - М.: Химия, 1976.

Дубяга В.П., Перепечкин Л.П., Катановский Е.Е. Полимерные мембраны. - М.: Химия, 1981.

Жидкокристаллические полимеры. Под ред. Н.А. Платэ. - М.: Химия, 1988.

Платэ Н.А., Васильев А.Е. Физиологически активные полимеры. - М.: Химия, 1986.

Полимерные реагенты и катализаторы. Пер. с англ. Под ред. У.Т. Форда. - М.: Химия, 1991.

*К главе 5:*

Биотехнология. Под ред. А.А.Баева. - М., 1984.

Биотехнология. Принципы и применение. Под ред. И. Хиггинса, Д. Беста, Дж. Джонса. - М.: Мир, 1988.

Альбер Сассон. Биотехнология: свершения и надежды. - М.: Мир, 1987.

Быков В.А., Кирилов И.А. и др. Микробиологическое производство биологически активных веществ и препаратов. - М.: Высшая школа, 1987.

Прист Ф. Внеклеточные ферменты микроорганизмов. - М.: Мир, 1987.

Биотехнология. - 1988. - Вып.4 - №5.

Humen Reproduction. - 1987. - V.2. - N.4.

Journal of Chemical Education. - 1987. - V.64. - N.10.

Da Silva E.J. Microbial Biotechnology: A Global Pursuit-process. Bichem. - 1981.

Industrial microbiology. Sci.Amer. - 1981. - P.245.

*К главе 6:*

Ж.И. Алферов, В.М. Андреев, Е.Л. Портной, Д.З. Гарбузов, М.К. Трукан, Инжекционные лазеры на основе гетеропереходов в системе AlAs-GaAs с низким порогом генерации при комнатной температуре, Физика и Техника Полупроводников, т.3, № 9, 1969 г., с.1328-1332

Р.Н. Кютт, В.П. Улин, А.А. Дышеков, Ю.П. Хапачев. Идентификация гексагональной фазы в эпитаксиальной системе GaP/Zn(Mg)S. ЖТФ 1996. Т.66, Вып.12. С.39-47. (R.N. Kyutt, V.P. Ulin, A.A. Dishekov, and Yu.P. Kharachev. 'Identification of Hexagonal Phase in the GaP/ZnMgS Epitaxial System', Tech. Phys., Vol.41, No.12, pp.1220-1224, (December 1996)).

В.М. Андреев, Л.М. Долгинов, Д.Н. Третьяков, Жидкостная эпитаксия в производстве полупроводниковых приборов. -М.: Сов. Радио, 1975.

В.А. Елюхин, Л.П. Сорокина, Ю.П. Хапачев, Кристаллизация переохлажденных соединений АЗВ5, Журнал Физической Химии, т.67, № 11, 1993 г., с. 2297-2298.

В.А. Елюхин, Л.П. Сорокина, Энергия внутренней деформации и возможность упорядочения в твердых растворах А3хВ31-хС5, Доклады АН СССР, т.287, № 6, 1986 г., с. 1384-1387.

В.А. Елюхин, М.К. Эбаноидзе, Журнал Физической Химии, Бинодали твердых растворов АхВ1-хСуD1-у, т.61, № 10, 1987 г., с. 2785-2787.

В.А. Елюхин, Журнал Физической Химии, Зона несмешиваемости твердых растворов АхВ1-хСуD1-у в квазихимическом приближении, т. 69, № 2, 1995, с. 242-244.

Qiu Y., Nikishin S.A., Temkin H., Elyukhin V.A., Kudriavtsev Yu., Thermodynamic Considerations in Epitaxial Growth of GaAs<sub>1-x</sub>N<sub>x</sub> Solid Solutions, Appl. Phys. Lett., Vol.70, pp.2831-2833, (May 1997).

Nikishin S.A., Temkin H., Antipov V.G., Guriev A.I., Zubrilov A.S., Elyukhin V.A., Faleev N.N., Kyutt R.N., Chin A.K., Gas Source Molecular Beam Epitaxy of GaN with Hydrazine on Spinel Substrates, Appl. Phys. Lett., Vol.72, pp.2361-2363, (May 1998).

В.А. Бушуев, Р.Н. Кютт, Ю.П. Хапачев. Физические принципы рентгенодифрактометрического определения параметров реальной структуры многослойных эпитаксиальных пленок. Под ред Ю.П. Хапачева. - Нальчик: КБГУ, 1996. - С 180



## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ .....	3
ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА .....	4
ВВЕДЕНИЕ. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПРИНЦИПЫ НОВЕЙШИХ ТЕХНОЛОГИЙ .....	6
ГЛАВА 1. КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ .....	10
1.1. Стратегия развития энергетических технологий .....	14
1.2. Способы решения энергетических проблем человечества .....	18
1.3. Перспективы ядерной энергетики .....	22
1.4. Возобновляемые источники энергии .....	29
ГЛАВА 2. АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	37
2.1. Новая авиация .....	40
Эволюция коммерческого авиалайнера .....	40
Использование новых материалов .....	42
Совершенствование реактивных двигателей .....	43
Ситуационная осведомленность .....	45
2.2. Космические технологии .....	46
2.3. Композиционные материалы .....	48
ГЛАВА 3. СИНХРОТРОННОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ – ИНСТРУМЕНТ ИССЛЕДОВАНИЙ В СОВРЕМЕННОЙ НАУКЕ .....	57
3.1. Природа, источники и основные свойства синхротронного излучения .....	57
3.2. Аппаратура для дифрактометрии и других применений СИ64 Монохроматизация СИ и рентгенооптические схемы .....	64
Детекторы .....	69
3.3. Возможности проведения новых экспериментов при исполь- зовании СИ .....	71
Исследование динамики переходных процессов в физике и химии твердого тела, биологии .....	71
Исследования вблизи краев поглощения элементов .....	74
Использование временной структуры СИ .....	77
ГЛАВА 4. ПОЛИМЕРЫ СО СПЕЦИАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ .....	78
4.1. Основные понятия и определения химии высокомолекуляр- ных соединений .....	79
Химическое строение элементарного звена .....	79
Структурные формы полимерных молекул .....	80
Особенности молекулярного строения полимеров .....	81
Понятие о гибкости полимерных молекул .....	81
4.2. Тепло- и термостойкие полимеры .....	83
Понятия тепло- и термостойкости, их температурные характе- ристики .....	83
Зависимость термостойкости от химического строения полимера ..	84
Зависимость термостойкости от химического строения полимера ..	85
4.3. Огнестойкие полимеры .....	89

4.4. Радиационнотстойкие полимеры .....	93
4.5. Полимерные мембраны.....	93
Сущность, движущие силы и показатели мембранного процесса ..	94
Преимущества и недостатки мембранного процесса.....	94
Классификация мембран .....	95
Применение мембранных методов разделения жидких и газовых смесей.....	96
4.6. Полимеры с особыми электрическими свойствами .....	97
4.7. Полимеры с особыми оптическими свойствами.....	100
4.8. Жидкокристаллические полимеры .....	101
ЖК состояние линейных полимеров .....	103
4.9. Физиологически активные полимеры .....	108
ФАП с собственной физиологической активностью.....	109
ФАП "прививочного типа".....	110
4.10. Полимерные реагенты и катализаторы .....	112
4.11. Полимерные преобразователи энергии.....	116
Использование полимеров в преобразователях механической энергии.....	117
Использование полимеров в преобразовании световой энергии в химическую .....	122
4.12. Полимеры и передача информации .....	123
<b>ГЛАВА 5. БИОТЕХНОЛОГИЯ: ГОРИЗОНТЫ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ</b> .....	126
5.1. Что такое биотехнология? .....	126
5.2. Генетика микроорганизмов и микробиологическая промышленность .....	131
5.3. Биотехнологическое получение белка и аминокислот.....	139
5.4. Получение глюкозо-фруктозных сиропов .....	142
5.5. Биотехнология и медицина. Производство антибиотиков .....	144
5.6. Микробиологическое производство биологически активных веществ .....	146
5.7. Ферменты микроорганизмов и их применение .....	148
<b>ГЛАВА 6. ЭПИТАКСИЯ</b> .....	153
6.1. Введение в методы эпитаксии .....	153
6.2. Полупроводниковые материалы.....	154
6.3. Эпитаксиальные технологии .....	156
Жидкофазная эпитаксия .....	156
Газофазная эпитаксия .....	163
Газофазная эпитаксия с реакциями восстановления.....	165
Газофазная эпитаксия с реакциями пиролиза.....	165
Молекулярно-пучковая эпитаксия.....	170
6.4. Развитие эпитаксиальных методов .....	177
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ. НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ НОВОВВЕДЕНИЙ</b> .....	179
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	181

## УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Хамуков Юрий Хабижевич  
Дышеков Артур Альбекович  
Оранова Татьяна Ивановна  
Гордогожев Аюб Залимович  
Алешко-Ожевский Олег Павлович  
Елюхин Вячеслав Александрович  
Хапачев Юрий Пшиканович

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ XXI ВЕКА

Изд. лиц. № 020260 от 22.11.96. В печать 15.02.2000. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Печать трафаретная. Бумага газетная. 10.93 усл.л. 10.0 уч.-изд.л.  
Тираж 200 экз. Заказ № 2632.

Кабардино-Балкарский государственный университет.  
360004, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173

Полиграфическое подразделение КБГУ  
360004, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173.