

**Инновационные технологии в
современном обществе**
Лекции

Емельянов Эдуард Владимирович

15 октября 2008 г.

Содержание

Введение	4
1 Инновационные технологии	5
1.1 Инновация	5
1.2 Развивающиеся технологии	6
1.3 Наиболее важные развивающиеся технологии	7
2 Инновации в области биологии	10
2.1 Улучшение человеческого организма	10
2.2 Этическая точка зрения	14
3 Химия и технология	15
3.1 Химический метод производства алмазов	15
3.2 Высокотемпературная сверхпроводимость	15
3.3 Наноматериалы	16
3.4 Углеродные нанотрубки	17
3.5 Молекулярная нанотехнология	18
3.6 Метаматериалы, спинтроника	20
4 Энергетика и транспорт	21
4.1 Энергетика	21
4.1.1 Развитие энергетики	21
4.1.2 Управляемый термоядерный синтез	22
4.1.3 Биотопливо	23
4.1.4 Водородная энергетика	24
4.1.5 Нанопроводные батареи	25
4.1.6 Беспроводная передача электроэнергии	26
4.2 Транспорт	26
4.2.1 Электромобиль	26
4.2.2 Персональный автоматический транспорт	28
4.2.3 Безракетный перелет на орбиту Земли	29
5 Информационные технологии	31
5.1 Развитие компьютерной техники	31
5.1.1 Устройства хранения информации	31
5.1.2 Создание мощных компьютеров	33
5.2 Технологии искусственного интеллекта	35
5.2.1 Машинный перевод	37
5.2.2 Семантическая сеть	38

6	Отображение графической информации	40
6.1	Органические светодиоды	40
6.2	Голография	41
6.3	Трехмерная графика	42
6.4	Трехмерная печать	42
7	Связь	45
7.1	Сотовая связь	45
7.2	Стандарты сотовой связи	47
7.2.1	CDMA	47
7.2.2	GSM	48
7.3	Сотовый телефон	50
7.4	Мобильный интернет	54
7.4.1	GPRS	54
7.4.2	EDGE	54
8	Спутниковая система навигации	55
8.1	GPS	57
8.2	ГЛОНАСС	59

Введение

Данный лекционный курс разработан для студентов первого курса в рамках курсов по выбору. Курс рассчитан на шестнадцать часов аудиторных занятий (по два часа на каждую тему).

Основное назначение данного курса — ознакомить студентов с современными перспективными технологиями и возможными технологиями будущего. Грамотное понимание основных положений этих технологий позволит студенту сложить объективное мнение о положительных и возможных отрицательных сторонах наиболее современных разработок, а также избавит его от потенциального страха перед ними. Не секрет, что шумиха, раздуваемая журналистами по поводу каждой новой технологии на страницах газет, в телевизионных новостях и в интернет, рассчитана, в основном, на необразованных людей, имея политическую или коммерческую подоплеку. Критическое восприятие такого рода сообщений не позволит ввести в заблуждение умы подрастающего поколения.

Данный курс всецело основан на материалах «Википедии» — свободной энциклопедии: <http://wikipedia.org> и распространяется по лицензии FDL.

1 Инновационные технологии

1.1 Инновация

Понятие **инновация** может относиться как к радикальным, так и к постепенным изменениям образа мышления, предметов или процессов. Основной целью любой инновации является улучшение чего-либо. Наибольший вклад в экономику вносят инновации, приводящие к увеличению продуктивности. Под словом «инновация» чаще всего понимают успешное внедрение чего-либо нового и полезного, например, внедрение новых или радикально измененных методов, технологий, продуктов и услуг.

Следует различать понятия «инновация» и «**изобретение**»: изобретением является разработка какой-либо идеи, продукта или процесса, в то время как инновацией является практическое применение этой идеи. Однако, провести тонкую грань между изобретением и инновацией зачастую бывает довольно сложно.

Существует несколько моделей, объясняющих происхождение инноваций. Так, *линейная модель* основана на понятиях инновации со стороны производителя и потребителя. Инновация производителя важна для него самого и имеет смысл расширения рынка продаж, т.е. это — общедоступная посредством договора купли/продажи инновация. Инновация же потребителя индивидуальна и проявляется как изменение или изобретение продукта по причине неудовлетворительного качества существующего.

Зачастую инновация потребителя может стать общедоступной несколькими путями: если потребитель продаст ее или обменяет на другую инновацию. Однако, такой путь распространения инноваций является тупиковым, так как сдерживается различного рода патентами и лицензиями. Продуктивным и единственно верным путем распространения инноваций является объявление этой инновации **свободной** (или, в несколько худшем варианте — открытой). Так, например, большинство современного программного обеспечения (ПО) является открытым, значительная часть открытого ПО — свободным и распространяется по **лицензии GPL**. Свободные литературные произведения, документация и прочая электронная печатная продукция распространяется по **лицензии FDL**.

Так как свободные инновации являются общедоступными без какого-либо рода ограничений, кроме требования распространять модифицированную инновацию по такой же свободной лицензии, что и оригинал, они способствуют значительному прогрессу креативности.

Ярким примером разницы свободного и ограниченного использования продукции являются операционные системы Linux и Windows. Первая, являясь сво-

бодной, постоянно развивается, отвечая самым изысканным требованиям потребителей (которые, по сути, и модифицируют ее для себя). Вторая же не имеет перспектив развития, так как разрабатывается узким кругом программистов, преследующих целью создание продукта, не отвечающего всем потребностям потребителя, в целях поддержания рынка продаж всякого рода обновлений на должном уровне.

1.2 Развивающиеся технологии

Развивающимися технологиями называют инновационные технологии, имеющие значительный потенциал. Развивающиеся технологии ставятся во главу угла **технопрогрессивизмом** — движением, активно поддерживающим конструктивное расширение технологической и социальной сфер. Технопрогрессивисты выступают за то, что развитие технологии может быть значительно расширено при контроле легитимным и демократическим авторитетом.

Технопрогрессивизм утверждает, что научная, техническая, этическая и социальная сферы нашей жизни должны быть подвержены неперемennomу прогрессу. Для технопрогрессивистов рост научных знаний или накопление технологий не является достаточным критерием прогресса, пока эти факторы не будут сопровождаться справедливым распределением затрат, рисков и выгоды от этих знаний и технологий. Однако, именно из-за этого утверждения технопрогрессивисты находятся в конфронтации с современным технологическим обществом. Позиции наиболее жестких технопрогрессивистов включают поддержку гражданских прав личности модифицировать свое тело (и даже продлевать себе жизнь) посредством всевозможных терапевтических или биомедицинских технологий.

С критикой технопрогрессивистов выступает **биоконсерватизм** — движение, с сомнением относящееся к технологическому прогрессу, особенно если он внедряется в заведенный социальный уклад. Позиции жестких биоконсерваторов отвергают генетическую модификацию пищи, клонирование, генетическое изменение домашних животных, а особенно — генную и когнитивную модификацию и протезирование человека. Цель биоконсерваторов — оставить природе возможность распоряжаться биологическими особями, без внедрения в их развитие человека.

Биоконсерваторы в какой-то мере похожи на религиозных и культурных консерваторов, а также на критиков технического прогресса. Отличительными особенностями биоконсерваторов является скептическое отношение к медицинскому и биотехнологическому преобразованию окружающего мира.

Однако, и технопрогрессивизм, и биоконсерватизм выступают против опасных, несправедливых или не-демократичных форм развития технологий, счи-

тая, что они могут привести к безрассудным разрушительным последствиям, к накоплению социального недовольства.

1.3 Наиболее важные развивающиеся технологии

Перечислим основные развивающиеся технологии и возможные последствия неконтролируемого роста некоторых из них.

Искусственный интеллект — кибернетический «мозг», способный к самостоятельному принятию решений и самообучению. Возможные последствия этой технологии отражены в фильме «Терминатор».

Генная инженерия — создание и модификация организмов. Возможные последствия — искусственно созданные болезни.

Биологическое топливо — источник энергии, частично рассчитанный на использование в транспорте. Последствия: недостаток пищи (для выращивания топлива необходимы значительные почвенные ресурсы), возможное повышение атмосферного давления.

Электромобили — автомобили на экологически чистом топливе. Пожалуй, одна из немногих технологий, не несущих потенциальной угрозы.

Препараты против старения — замедлители естественного старения, лекарства от старческих болезней. Данная технология является наиболее безумной, учитывая и без того стремительно растущее перенаселение Земли.

Ноотропики — лекарственные средства для улучшения памяти, чувств, скорости реакции, силы, выносливости. Последствием повального применения таких препаратов может стать рост экономического неравенства: социоэкономическая мобильность людей, не имеющих доступа к подобным наркотикам, значительно уменьшится.

Твердотельный накопитель информации — устройство, подобное флеш-картам, но отличающееся от них значительно бóльшим объемом памяти и длительным сроком работы.

Мемристор — нелинейный не-полупроводниковый элемент, который можно использовать в качестве ячеек памяти.

Оптический компьютер — компьютер, в цепях которого в качестве переносчика информации используется свет. Данный класс устройств может быть значительно производительнее «обычных» компьютеров.

Наноматериалы — сверхпрочные материалы (например, углеродные нанотрубки). При использовании таких материалов существует риск влияния наночастиц на здоровье человека.

Молекулярная нанотехнология — молекулярные преобразования материалов (например, автоматы для изготовления пищи из мусора). Данная технология способна значительно перекосить экономику.

Химический способ выращивания алмазов — методика, позволяющая получить недорогие синтетические алмазы, которые возможно использовать, например, в электронике (подложки микросхем), технике (защитные покрытия).

Беспроводная связь — разработка методов беспроводной связи, более универсальных, нежели существующие методы связи (сотовая или спутниковая связь).

Трехмерная печать — получение трехмерной продукции из полимеров или других композитных материалов. Эта технология позволит упростить создание макетов или несложных изделий, изготавливаемых в наше время посредством штамповки.

Семантическая сеть — универсальная поисковая служба для всемирной паутины, позволяющая преподносить пользователю необходимую ему информацию, исходя из семантического анализа содержимого веб-страниц.

Органические светодиоды — сверхтонкие матрицы светодиодов, которые можно использовать для изготовления дисплеев любых типов и форм.

Машинный перевод — автоматический перевод с одного языка на другой с полным лексическим анализом исходного языка. В случае появления этой технологии работа переводчика станет ненужной.

Системы машинного распознавания — системы, позволяющие компьютеру распознавать, анализировать и классифицировать образы (текст, изображения, дорожные знаки и т.п.).

Ядерная энергетика — расширение энергетических фондов за счет повсеместного внедрения ядерных источников энергии.

Голографические методы хранения информации — разработка методов долговечного хранения информации с высокой степенью надежности.

Спинтроника — разработка аналогов жестким дискам со сверхбольшой плотностью хранения информации.

Метаматериалы — композитные материалы с необычными свойствами (отрицательная диэлектрическая проницаемость и т.п.). Область использования метаматериалов чрезвычайно высока: от микроскопов до систем скрытия объектов (например, покрытие «самолетов-невидимок»).

Высокотемпературные сверхпроводники, которые могут использоваться для передачи электроэнергии на большие расстояния без потерь, в обмотках сверхмощных электромагнитов и т.п.

Трехмерные дисплеи — системы трехмерного видеовоспроизведения.

Квантовые компьютеры — сверхбыстрые вычислительные комплексы.

Водородная энергетика — методика выработки энергии в процессе горения водорода.

Нанопроводниковые батареи — аккумуляторы электроэнергии с высокой емкостью.

Надежная система спутниковой навигации, позволяющая с очень высокой точностью (вплоть до миллиметра) определять координаты объекта.

Экзоскелет — устройство, предназначенное для усиления мускульных усилий человека за счет внешнего каркаса.

Беспроводная передача электроэнергии.

Витрификация (криопротекция) — создание добавок, позволяющих при заморозке превращать вещества в стеклоподобное соединение (без перехода в кристаллическую фазу). Кристопротекторы позволяют замораживать на длительные сроки органику, например, трансплантаты, с возможностью разморозки без повреждения.

Безракетный способ вылета за пределы атмосферы Земли позволил бы снизить стоимость вывода в космос грузов и уменьшить или полностью избавиться от загрязнения атмосферы продуктами сгорания ракетного топлива.

Фазовая оптика — один из подходов к трехмерному отображению.

2 Инновации в области биологии

2.1 Улучшение человеческого организма

К **улучшениям человеческого организма** относят любые попытки временно или постоянно уменьшить (или полностью снять) естественные или искусственные ограничения человеческого организма. Зачастую этим понятием обозначают попытки выделить или изменить какие-либо человеческие характеристики, без учета влияния такого изменения на организм в целом. Таким образом, к улучшениям человеческого организма следует отнести все нетерапевтические методы применения нейро-, кибер-, нано- и генетических технологий по отношению к человеческому организму.

К существующим технологиям относятся репродуктивная технология, медикаментозная стимуляция и пластическая хирургия. К развивающимся технологиям относятся человеческая генная инженерия и нейронная имплантация. Также к технологиям улучшения человеческого организма относится (пока еще) фантастическая загрузка сознания.

Репродуктивная технология включает в себя искусственную репродукцию, контрацепцию и некоторые другие методики.

К **искусственной репродукции** относят технологии, позволяющие в той или иной степени излечить бесплодность. К ним относятся: искусственное осеменение, клонирование, криопротекция, пересадка эмбриона, гормональная терапия, экстракорпоральное оплодотворение, дозародышевая генетическая диагностика, суррогатное материнство.

Контрацепцией называют формы репродуктивной технологии, позволяющие человечеству контролировать рождаемость.

К прочим методам можно отнести: искусственную матку, партеногенез (однополюе оплодотворение), методы репродуктивной генетики (подбор характеристик ребенка до зачатия).

Медикаментозная стимуляция известна уже давно, и если первый допинг производился из растительных веществ, то современная медицина активно использует синтетические вещества.

К современным медикаментозным стимуляторам относят такие вещества как, например, прегненолон и пирацетам. Строго говоря, **прегненолон** не является стимулятором в прямом смысле, это вещество — стероидный гормон, включающий цепь синтеза нервных клеток.

Пирацетам относится к ноотропикам — веществам, улучшающим восприятие и память, замедляющим старение мозга, ускоряющим ток крови к мозгу

и снабжение мозга кислородом, облегчающим синдромы Дауна, Альцгеймера и дислексии. Несмотря на такой широкий спектр действия, официально пирацетам не относится к наркотическим веществам, а считается биологически активной добавкой. Пирацетам улучшает взаимодействие полушарий мозга.

Механизм действия пирацетама неизвестен, хотя, предполагается, что он воздействует на переносчики ионов, приводя к повышению нейронной возбудимости, что объясняет его низкую токсичность и почти полное отсутствие побочных эффектов.

Особым медикаментом является **ресвератрол**. Это вещество выделяется из некоторых видов растений под воздействием патогенных бактерий или грибов. Ресвератрол встречается в кожице красного винограда и в красном вине. Кроме того, ресвератрол производится синтетически и продается как пищевая добавка. Ресвератрол продлевает жизнь некоторых короткоживущих видов животных, однако, этот эффект еще не был замечен у млекопитающих. Из экспериментов на крысах обнаружены противораковые, противовоспалительные, сахаропонижающие и некоторые другие сердечно-сосудистые эффекты ресвератрола. Большинство из этих эффектов, однако, еще не были обнаружены у человека. Лишь в одном случае передозировка ресвератрола ощутимо понизила уровень сахара в крови человека.

Механизм, за счет которого под воздействием ресвератрола происходит продление жизни, полностью не изучен. Однако, он эффективен в борьбе с дисфункцией и смертью клеток организма и может использоваться для борьбы с болезнью Альцгеймера и другими геронтологическими заболеваниями.

Пластическая хирургия является медицинским способом коррекции формы и функциональности человеческого организма. Несмотря на то, что пластическая хирургия наиболее известна с точки зрения эстетической хирургии, существуют также другие виды этой отрасли: черепнолицевая хирургия, хирургия ожогов, микрохирургия, педиатрическая хирургия (коррекция отклонений развития организма ребенка).

Генная инженерия. Пожалуй, основной новейшей технологией в области биологии является **генная инженерия** — совокупность приемов, методов и технологий получения рекомбинантных РНК и ДНК, выделения генов из организма (клеток), осуществления манипуляций с генами и введения их в другие организмы. Генная инженерия служит для получения желаемых качеств изменяемого организма.

Генная инженерия является инструментом биотехнологии, используя исследования таких биологических наук, как молекулярная биология, цитология,

генетика, микробиология. Ученые научились модифицировать гены или создавать совершенно новые, комбинируя гены различных организмов. Они научились также синтезировать гены.

Иногда надо иметь микроорганизм, способный, например, использовать в качестве «пищи» нефть или сточные воды и перерабатывать их в биомассу или даже вполне пригодный для кормовых добавок белок. Иногда нужны организмы, способные развиваться при повышенных температурах или в присутствии веществ, безусловно смертельных для других видов микроорганизмов. Задача получения таких промышленных штаммов очень важна, для их видоизменения и отбора разработаны многочисленные приемы активного воздействия на клетку — от обработки сильно действующими ядами до радиоактивного облучения.

Около десяти лет назад было сделано несколько фундаментальных открытий. Был впервые получен изолированный ген. Затем были открыты ферменты, с помощью которых ген можно разрезать на кусочки — нуклеотиды, а затем «склеить» такие кусочки, собирая новый ген.

Суть генной инженерии можно отразить при помощи такого алгоритма.

1. Выделение и изоляция интересующих генов.
2. Включение генов в передающую белковую цепочку.
3. Внедрение передающей цепочки в организм.
4. Преобразование клеток организма.
5. Отделение полностью генетически модифицированного организма от неудачных результатов эксперимента.

Генная инженерия в области человеческого организма имеет своей задачей модифицировать организм человека так, чтобы он в наименьшей степени был подвергнут процессам старения, различным заболеваниям и воздействиям окружающей среды.

Непосредственно с генной инженерией связана синтетическая биология. Термин **Синтетическая биология** длительное время использовался для названия отрасли биологии, синтезирующей различные отрасли исследования для более полного понимания структуры живых организмов. В наше время этим термином называют биоинженерию — науку, синтезирующую новые биологические функции и системы.

Синтетическая биология дала начало таким отраслям знаний, как биоэтика, биологическая безопасность, интеллектуальная собственность. Синтетическая биология, помимо положительных последствий, может принести и значительный вред: например, при получении лекарства от определенной болезни могут быть синтезированы новые возбудители. Это может привести к появлению новых волн терроризма с ужасающими последствиями.

Существует несколько ключевых технологий, от которых зависит развитие синтетической биологии.

Упорядочивание. Синтетические биологи используют в своей работе методы упорядочивания структуры ДНК. Во-первых, такое упорядочивание необходимо для анализа ДНК существующих организмов и выделения из нее критических частей. Во-вторых, этот алгоритм используется для анализа модифицированной ДНК. В-третьих, быстрый алгоритм упорядочивания позволит определять в организмах чужеродные синтетические системы, сравнивать организмы между собой.

Изготовление. Критическим ограничением современной синтетической биологии является время и эффективность изготовления синтезированных генетических последовательностей.

Моделирование. Модели позволяют с наименьшими затратами изучить возможные синтезируемые биологические системы.

Измерение. Точные количественные измерения характеристик биологических систем являются решающими при проведении биологического эксперимента. Они позволяют понять, почему синтетические системы не всегда ведут себя так, как было запланировано. К современным измерительным технологиям относятся, например, микроскопия и потоковая цитометрия.

Нейронная имплантация. Нейроимплантатами называют технологические устройства, непосредственно контактирующие с мозгом человека. Обычно они размещаются на поверхности или внутри коры головного мозга. Основная цель исследователей нейроимплантатов — протезирование областей мозга, потерявших свою функциональность в результате травм. Это протезирование относится и к восстановлению органов чувств человека, например, зрения.

Сложные нейроимплантаты должны содержать интерфейсы между нервной системой человека и процессором имплантата. Изучение такого рода интерфейсов является, таким образом, одной из важнейших задач нейронной имплантации. Некоторые интерфейсы не требуют прямого хирургического вмешательства в головной мозг и работают по принципу электроэнцефалографии.

В наше время при помощи нейроимплантатов лечатся болезни Паркинсона, а также некоторые психические заболевания, считавшиеся ранее неизлечимыми.

Загрузка сознания — гипотетическая технология, позволяющая перенести сознание человека из головного мозга на другой носитель. Загрузка и перенос сознания — распространенный сюжет в научной фантастике, и одна из основополагающих технологий трансгуманизма.

В зависимости от целевого носителя, можно рассматривать несколько вариантов:

- «Загрузка» (англ. Uploading) — перенос сознания на искусственный компьютерный носитель. В этом случае сознание после операции можно рассматривать как разновидность искусственного интеллекта.
- Переписывание на другой носитель (возможно, и не биологический). С помощью этой технологии можно достичь теоретически бесконечной жизни.

Одна из этических и юридических проблем, связанных с загрузкой сознания состоит в размывании понятия «человек». Ситуация еще более усугубляется возможным в некоторых моделях «клонированием» сознания, то есть воссозданием точной копии сознания без уничтожения оригинала. Многие фантастические произведения обыгрывают эту тему.

2.2 Этическая точка зрения

Модификация человеческого организма имеет как своих сторонников, так и противников. Сторонники модификации (которых также называют **трансгуманистами**) настаивают на позиции защиты прав граждан сохранять или изменять свой организм и свое сознание, чтобы гарантировать им свободу выбора использовать технологии модификации человеческого организма по отношению к себе и своим детям.

Хотя многие предложения по модификации человеческого организма основаны на суррогатной науке, само понятие и перспектива изменения человеческого организма разжигает общественную полемику.

Критики модификации организма делают упор на то, что подобная технология способна уничтожить генетическую индивидуальность человека, приведя к появлению «стандартного» человека. Кроме того, даже такие, на первый взгляд полезные, улучшения, как стойкость к болезням, скорее являются исключением из правил, чем нормой, и могут привести к этическим разногласиям. Непродуманное увлечение модификацией организма может привести к печальным последствиям возможных побочных эффектов. Кроме того, эта технология может увеличить пропасть между «элитой», способной позволить себе развлечения такого рода, и «низами», финансовые возможности которых не позволяют модификации организма.

3 Химия и технология

3.1 Химический метод производства алмазов

Данный метод предполагает создание условий необходимых для оседания атомов углерода из газа с формированием алмазной кристаллической решетки.

В материаловедении химическому методу производства алмазов уделяется повышенное внимание, т.к. он позволит открыть новые отрасли применения алмазов, которые раньше были чрезвычайно сложны или дороги.

Химически алмазы могут вырастать при довольно низком давлении ($1 \div 27$ кПа) в среде с катализаторами из других газов. Обычно смесь газов состоит из углерода и водорода. Газоразрядный, микроволновый или дуговой источник энергии превращает первичную смесь газов в пар, из которого и могут образоваться алмазы.

Выгода химического метода заключается в том, что алмазы могут выращиваться на больших площадях любой формы, процесс возможно контролировать на всех стадиях производства. Современные искусственные алмазы производят при высоких давлениях и температурах. При этом алмазы получаются мелкими, их размеры различаются. Химический же способ позволит покрывать алмазным слоем различные поверхности.

Алмазные покрытия могут применяться как теплоотводы в радиоэлектронике, защитные покрытия режущих кромок инструмента. Контроль над процессом роста алмазов позволяет получать кристаллы с различными физическими свойствами: твердостью, гладкостью, проводимостью, оптическими свойствами.

Существует несколько проблем, с которыми сталкивается метод химического роста алмазов. Во-первых, научно эта проблема еще полностью не изучена. Во-вторых, площади, на которых могут вырасти алмазы, являются все еще довольно малыми для, скажем, производства микросхем. В-третьих, этот способ крайне медленный (несколько микрон в час). В-четвертых, стоимость данного метода значительно выше стоимости классического способа производства искусственных алмазов.

3.2 Высокотемпературная сверхпроводимость

Высокотемпературными сверхпроводниками называют семейство сверхпроводящих керамических материалов, содержащих оксид меди. Под высокой температурой имеется в виду температура выше 30 К (-143°C), которая до 80-х гг. прошлого века считалась наивысшей температурой, при которой еще возможно существование сверхпроводимости.

Высокотемпературная сверхпроводимость была обнаружена в 1986 г. В 1987 г. за это открытие Карлу Мюллеру и Йоханнесу Беднорцу была вручена Нобелевская премия. Высокотемпературная сверхпроводимость позволяет некоторым материалам иметь нулевое сопротивление при температурах выше точки кипения жидкого азота (77 К или -196°C). Возможность использовать относительно недорогой и простой в обращении жидкий азот в качестве охладителя увеличила ряд практического применения сверхпроводимости.

Так как критическое магнитное поле, способное разрушить сверхпроводимость, увеличивается с ростом температуры, высокотемпературные сверхпроводники могут применяться в электромагнитных установках.

Теоретически проблема высокотемпературной сверхпроводимости еще мало изучена и до сих пор относится к неразрешимым. Несмотря на открытие значительного количества керамик, способных при охлаждении жидким азотом становиться сверхпроводниками, ученые еще не могут объяснить причину возникновения этого эффекта.

3.3 Наноматериалы

Наноматериалами называют материалы с характерными размерами меньше одной десятой микрометра (по крайней мере хотя бы в одном измерении). Несмотря на отсутствие четкого определения минимальных или максимальных размеров наноматериалов, некоторые авторы ограничивают их от 1 до 30 нм.

Уникальным свойством наноматериалов является быстро растущее отношение площади поверхности к объему, благодаря чему они могут подчиняться законам квантовой механики. Один из этих законов — квантовый эффект размера — изменение электрических свойств твердых тел при уменьшении их размера. Кроме того, физические свойства наноматериалов резко отличаются от свойств аналогичных макроматериалов. К примеру, они имеют значительно более высокую каталитическую активность.

Нанотехнологию можно назвать синтезом и применением идей науки и техники, направленным на понимание и производство принципиально новых материалов и устройств. Свойства наноматериалов открывают перед ними очень широкую отрасль применения. Непрозрачные макроматериалы на наношкале становятся прозрачными (как, например, медь); инертные материалы становятся мощными катализаторами (платина); стабильные материалы становятся горючими (алюминий); твердые тела становятся жидкими при комнатной температуре (золото); изоляторы становятся проводниками (кремний).

Пыль с характерными размерами частиц порядка нанометра потенциально важна для производства керамики, пористых металлов. Тенденция малых ча-

стиц объединяться в сгустки является серьезной технологической проблемой, ограничивающей область применения нанопорошков.

Однако, из-за того, что при уменьшении размера тела его объем уменьшается пропорционально кубу размера, а площадь поверхности — лишь пропорционально второй степени размера (что очень выгодно для производства нанокатализаторов), становится невозможным воссоздать механические устройства в миниатюре. Трение поглотит всю возможную полезную мощность такого устройства. При уменьшении размеров усиливаются и поверхностные эффекты, что приводит к тенденции наноматериалов сливаться в единый сгусток. Таким образом, пока еще нанотехнологии не позволяют создать полнофункциональные нанороботы, аналогичные современным производственным роботам. Следовательно, нанороботы должны быть не микроскопическими копиями существующих машин, а принципиально отличными механизмами.

Наноматериалы обычно делят на две категории: фуллерены и неорганические наночастицы. **Фуллерены** являются разновидностью углерода, точнее — молекулярными плоскостями графита, свернутыми в трубки или сферы. Фуллерены могут найти активное применение в медицине, связывая антибиотики с чужеродными бактериями. Для производства фуллеренов между двумя угольными электродами в инертной атмосфере пропускают высокий ток. Из получающейся угольной плазмы и выделяют фуллерены.

Наночастицы являются нанокристаллами, производящимися из металлов, полупроводников или оксидов. Они интересны своими механическими, электрическими, магнитными, оптическими, химическими и прочими свойствами. Наноматериалы зачастую обладают неожиданными оптическими свойствами. Из-за чрезвычайно высокого отношения площади поверхности к объему, наночастицы обладают очень высокой способностью проникать в другие материалы (диффузия).

Благодаря сферам своего возможного применения наноматериалы представляют собой потенциально опасные вещества. Применение их, например, в медицине, может привести к неожиданным побочным эффектам. Из-за повышенной способности наноматериалов проникать в различные вещества, возможно их проникновение сквозь кожу и ткани внутренних органов.

3.4 Углеродные нанотрубки

Углеродные нанотрубки — протяженные цилиндрические структуры диаметром от одного до нескольких десятков нанометров и длиной до нескольких сантиметров — состоят из одной или нескольких свернутых в трубку гексагональных графитовых плоскостей (графенов) и заканчиваются обычно полусферами.

ческой головкой. Углеродные нанотрубки являются одной из разновидностей фуллеренов.

Основная классификация нанотрубок проводится по способу сворачивания графитовой плоскости: трубки бывают прямыми и спиральными. В реальных условиях трубки нередко получаются многослойными, то есть представляют собой несколько однослойных нанотрубок, вложенных одна в другую (так называемые «матрешки»).

Сверхпроводимость углеродных нанотрубок открыта исследователями из Франции и России. Ими были проведены измерения вольт-амперных характеристик: отдельной однослойной нанотрубки, свернутого в жгут большого числа однослойных нанотрубок и отдельных многослойных нанотрубок.

При температуре, близкой к 4 К, между двумя сверхпроводящими металлическими контактами наблюдался ток. В отличие от обычных проводников, перенос заряда в нанотрубке имеет ряд особенностей, которые, судя по всему, объясняются одномерным характером переноса.

Некоторые виды нанотрубок могут применяться в оптоэлектронике за свои особые оптические свойства. Кроме того, возможны следующие отрасли применения углеродных нанотрубок.

- Применение в механике: сверхпрочные нити, композитные материалы, нановесы.
- Применение в микроэлектронике: транзисторы, нанопровода, прозрачные проводящие поверхности, топливные элементы.
- Для создания соединений между биологическими нейронами и электронными устройствами в новейших нейροкомпьютерных разработках.
- Применение в качестве капилляров: капсулы для активных молекул, хранение металлов и газов, нанопипетки.
- Применение в оптике: дисплеи, светодиоды
- Медицина (в стадии активной разработки).
- Одностенные нанотрубки (отдельные, в небольших сборках или в сетях) являются миниатюрными датчиками для обнаружения молекул в газовой среде.
- Кабель для космического лифта.

3.5 Молекулярная нанотехнология

Молекулярной нанотехнологией называют принцип построения функциональных механических систем на молекулярном уровне. Эквивалентным определением было бы «машины, спроектированные и собранные на молекулярном уровне атом за атомом». В этом ее отличие от наноматериалов. Основываясь на взгляде Ричарда Фейнмана на миниатюрные фабрики, использующие наноматериалы,

териалы для получения сложной продукции, эта форма нанотехнологии может синтезировать материалы под управлением молекулярных систем механизмов.

В отличие, например, от химии и биологии, где не всегда заранее известен результат эксперимента, молекулярная нанотехнология дает четко определенный результат.

Одно из применений молекулярной технологии — так называемые **«интеллектуальные» материалы**. Эти материалы могут использоваться, например, в качестве молекулярных мембран, противовирусных лекарств, самовосстанавливающихся покрытий механизмов, наносенсоров.

Перечисленные технологии могут использоваться для создания **реплицирующих нанороботов**. Реплицирующий наноробот может создавать подобных себе из искусственной среды, содержащей специальные строительные блоки.

Критики сомневаются по поводу возможности создания нанороботов и удержания контроля над ними. Они считают, что вполне возможны мутации, избавляющие нанороботов от внешнего контроля. Эти проблемы побудили, начиная с 1992 г. вообще закрыть тему реплицирующих нанороботов в молекулярной нанотехнологии.

Наиболее важным применением молекулярной нанотехнологии могут стать медицинские нанороботы. Возможность создания значительного ассортимента медицинских нанороботов позволит ускорить процесс выздоровления человека после перенесенных операций, а также — проводить операции на принципиально новом уровне. Медицинские нанороботы могут корректировать генетические дефекты, работая на субклеточном уровне.

Другая отрасль применения молекулярной нанотехнологии — активный туман — облако микроскопических роботов, объединенных в одну общую сеть, способное менять свою форму и свойства для формирования макроскопических объектов и инструментов по заданной команде. Активный туман может заменить значительное количество инструментов (в том числе и сложных технических сооружений).

Еще одним применением молекулярной нанотехнологии может стать **фазовая оптика**. Фазовая оптика является основой трехмерных дисплеев (голограмм).

Активное развитие молекулярных нанотехнологий может привести к появлению новых рынков товаров и услуг. Однако, эта же технология может применяться и для создания самовоспроизводящегося оружия массового поражения (вирусы, раковые клетки). Нанороботы–репликаторы способны поглотить всю планету, воспроизводя себе подобных. Эти опасения заставили разработать набор инструкций по развитию нанотехнологий. Они включают запрет создания свободно самовоспроизводящихся псевдоорганизмов на поверхности Земли.

3.6 Метаматериалы, спинтроника

Метаматериал — композит, имеющий свойства, не встречающиеся в природе, в частности имеющий отрицательную диэлектрическую и магнитную проницаемость. Одно из возможных свойств метаматериалов — отрицательный (или левосторонний) коэффициент преломления, который проявляется при одновременной отрицательности диэлектрической и магнитной проницаемости. Благодаря этому, метаматериалы идеальны для маскировки объектов, так как их невозможно обнаружить средствами радиоразведки в определенном диапазоне частот.

Кроме того, метаматериалы могут применяться для изготовления суперлинз, позволяющих превзойти дифракционный предел, из-за которого невозможно было создать мощные оптические микроскопы.

Спинтроника — новейшая технология, использующая внутренний спиновый момент электрона и связанный с ним магнитный момент для производства твердотельных устройств. Преимуществами спинтронной техники по сравнению с обычными полупроводниками в значительно меньшей потребляемой мощности и площади рабочей поверхности. Это позволяет использовать спинтронную технологию в микропроцессорной технике. Спинтронные лазеры обладают лучшими характеристиками, чем полупроводниковые лазеры.

4 Энергетика и транспорт

4.1 Энергетика

4.1.1 Развитие энергетики

Развитие энергетики идет в направлении обеспечения человечества достаточным количеством первичных энергетических источников и вторичными формами энергии. Оно включает в себя и использование существующих технологий, и исследование новых энергетических технологий. Большинство исследований сконцентрировано на создании недорогих, экологически чистых и возобновляемых источников энергии.

Возобновляемость источника энергии необходима для стабильности его производства, источник должен существовать не сотни, а тысячи и даже миллионы лет. Кроме того, продукты переработки данного источника энергии должны быть экологически чистыми, либо разлагаться за небольшой промежуток времени до экологически чистых составляющих. Идеальным был бы источник энергии, совершенно не дающий отходов.

Статус ядерной энергетики является спорным: использование урановой руды может продолжаться довольно длительное время без заметного снижения его содержания на планете, однако, ядерные отходы должны содержаться в экранированных бункерах сотни или даже тысячи лет.

Ископаемое топливо (нефть, уголь, натуральный газ) не являются обновляемыми. Например, источники нефти в некоторых странах уже начинают иссякать. В связи с ростом энергопотребления необходимо срочно разработать альтернативные источники энергии. Кроме того, данный вид топлива при сжигании выделяет газы, способствующие парниковому эффекту и глобальному потеплению.

Альтернативным процессом в развитии энергетики является накопление энергии. Оно уменьшает энергозатраты за счет более эффективного использования энергии.

Помимо упомянутых первичных источников энергии существуют также такие виды, как геотермальная, приливная, ветряная, солнечная и биологическая энергия. Использование любых существующих первичных источников энергии обладает своими «за» и «против»: нет ни одного идеального источника. Однако, несомненно, наиболее вредоносными для окружающей среды являются источники энергии, основанные на ископаемом топливе.

Еще одной проблемой в развитии энергетики является перенос электроэнергии от места ее получения к потребителю и хранение энергии. Традиционный перенос энергии посредством проводов приводит к значительной ее потере. Тех-

нология длительного и надежного метода хранения электроэнергии важна для создания электромобилей и других устройств.

Расширяя современные знания и технологии на будущее, можно предположить несколько вариантов получения энергии. Некоторые прогнозы сводятся к катастрофической гипотезе Мальтуса (искусственное снижение численности населения).

Возможно, более активно будут использоваться новейшие энергетические технологии (использование энергии ветра, Солнца, прибоев). Не следует забывать ядерное топливо, запасы которого пока еще достаточно велики. Еще одним возможным вариантом является метод искусственного фотосинтеза.

4.1.2 Управляемый термоядерный синтез

Управляемый термоядерный синтез — синтез более тяжелых атомных ядер из более легких с целью получения энергии, который, в отличие от взрывного термоядерного синтеза (используемого в термоядерном оружии), носит управляемый характер. Управляемый термоядерный синтез отличается от традиционной ядерной энергетики тем, что в последней используется реакция распада, в ходе которой из тяжелых ядер получаются более легкие ядра.

Термоядерный синтез — основной источник энергии звезд. Однако, производимая им энергия так колоссальна, что в земных условиях пока еще нет возможности осуществить стабильный процесс управляемого термоядерного синтеза.

Первой попыткой создания управляемого синтеза была установка ТОКАМАК (ТОроидальная КАмера с МАгнитными Катушками) — тороидальная установка для магнитного удержания плазмы. Плазма удерживается не стенками камеры, которые не способны выдержать ее температуру (сотни миллионов кельвинов), а специально создаваемым магнитным полем. Особенностью токамака является использование электрического тока, протекающего через плазму для создания поля, необходимого для равновесия плазмы.

Помимо стационарных систем вроде ТОКАМАКа, возможно создание импульсных систем, в которых синтез осуществляется путем кратковременного нагрева небольших мишеней, содержащих дейтерий и тритий, сверхмощными лазерными или ионными импульсами. Такое облучение вызывает последовательность термоядерных микровзрывов.

Существуют следующие условия, необходимые для удержания плазмы в состоянии термоядерного синтеза:

- плазма должна удерживаться в состоянии равновесия, иначе она быстро разрушится;
- состояние плазмы должно быть стабильным и устойчивым к малым колебаниям;

- потеря плазмой энергии и частиц должна быть довольно медленной (иначе может произойти термоядерный взрыв).

Несмотря на активные исследования в области управляемого термоядерного синтеза, пока еще нет даже ни одного прототипа действующего постоянно источника термоядерной энергии. В обозримом будущем эта проблема пока еще не имеет решений.

4.1.3 Биотопливо

Биотопливо — это топливо из биологического сырья, получаемое, как правило, в результате переработки стеблей сахарного тростника или семян рапса, кукурузы, сои. Существуют также проекты разной степени проработанности, направленные на получение биотоплива из целлюлозы и различного типа органических отходов, но эти технологии находятся в ранней стадии разработки или коммерциализации. Различается жидкое биотопливо (для двигателей внутреннего сгорания, например, этанол, метанол, биодизель), твердое биотопливо (дрова, солома) и газообразное (биогаз, водород).

Дрова — древнейшее топливо, используемое человечеством. В настоящее время для производства дров или биомассы выращивают энергетические леса, состоящие из быстрооборачиваемых растений. Из-за значительного роста цен на нефть население африканских стран сокращает потребление нефтяных видов топлива, и увеличивает использование дров, что приводит к уничтожению лесов.

Энергоносители биологического происхождения (главным образом навоз и т.п.) брикетируются, сушатся и сжигаются в каминах жилых домов и топках тепловых электростанций, вырабатывая дешевое электричество, используемое в бытовых и производственных нуждах. В последнее время разработаны методы непосредственного получения электричества с помощью специальных бактерий при сбраживании биологических отходов.

Жидким биотопливом является этанол. Этанол является менее «энергоемким» источником энергии чем бензин; пробег машин работающих на E85 (смесь 85% этанола и 15% бензина; буква «E» от английского Ethanol) на единицу объема топлива составляет примерно 75% от пробега стандартных машин. Обычные машины не могут работать на E85, хотя двигатели внутреннего сгорания прекрасно работают на E10. Бразилия является лидером в производстве и использовании биоэтанола из сахарного тростника в качестве топлива. Автозаправки в Бразилии предлагают на выбор E20 (или E25) под видом обычного бензина, или 96% этанол.

Критики применения этанола в качестве автомобильного топлива зачастую заявляют, что под плантации тростника часто вырубаются тропические леса

Амазонки. Но, хотя сахарный тростник и не растет в бассейне Амазонки, его производство сильно истощает почвы.

Из продуктов брожения отходов возможно получение биологических газов, которые можно использовать для отопления, разогрева пищи или производства электроэнергии.

Отходы производства животных и растительных масел можно использовать для получения биодизеля.

Более современные методы получения биологического топлива предполагают пиролиз биологических отходов (пищевые отходы, пиломатериалы, канализационные стоки). Таким способом сразу же решается и проблема получения энергии, и утилизации отходов.

Критики развития биотопливной индустрии заявляют, что растущий спрос на биотопливо вынуждает сельхозпроизводителей сокращать посевные площади под продовольственными культурами и перераспределять их в пользу топливных. Однако, производство биотоплива создает еще одну стадию переработки сельскохозяйственного сырья. Например, при производстве этанола из кормовой кукурузы, или биодизеля из сои или рапса отходы используются для производства комбикорма для скота и птицы.

По расчетам экономистов из Университета Миннесоты, в результате биотопливного бума число голодающих на планете к 2025 году возрастет до 1.2 млрд человек. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН в своем отчете за 2005 г. говорит о том, что рост потребления биотоплив может помочь диверсифицировать сельскохозяйственную и лесную деятельность, и улучшить безопасность пищевых продуктов, способствуя экономическому развитию. Производство биотоплив позволит создать в развивающихся странах новые рабочие места, снизить зависимость развивающихся стран от импорта нефти. Кроме этого производство биотоплив позволит вовлечь в оборот ныне не используемые земли.

4.1.4 Водородная энергетика

Водородная энергетика — направление выработки и потребления энергии человечеством, основанное на использовании водорода в качестве средства для аккумулирования, транспортировки и потребления энергии людьми, транспортной инфраструктурой и различными производственными направлениями. Водород выбран как наиболее распространенный элемент на поверхности земли и в космосе, теплота сгорания водорода наиболее высока, а продуктом сгорания в кислороде является вода (которая вновь вводится в кругооборот водородной энергетике).

На основе водорода разработаны, например, домашние энергетические станции, имеющие мощность $0.75 \div 1$ кВт. Они предназначены для производства электроэнергии в течении 8 часов в сутки и производства тепла и горячей воды 24 часа в сутки. Для нескольких коттеджей разработаны пятикиловаттные электростанции.

Популярность малых домашних комбинированных (электричество и тепло) установок связана с тем, что они имеют высокий КПД, малые выбросы CO_2 , легко могут быть встроены в существующую инфраструктуру. Такая энергетическая установка занимает размер не больше домашнего бойлера.

В 2005 году во всем мире было установлено более 900 новых малых стационарных водородных энергетических установок (На 30% больше, чем в 2004 году). За 2006 год во всем мире установлено около 1500 новых малых энергетических станций. В конце 2006 года во всем мире эксплуатировалось около 5000 малых стационарных водородных электростанций.

К концу 2006 года во всем мире было установлено более 800 стационарных энергетических установок на топливных элементах мощностью более 10 кВт. Их суммарная мощность — около 100 МВт. За 2006 год построено более 50 установок суммарной мощностью более 18 МВт.

Разрабатываются и автомобильные водородные двигатели. К концу 2006 года во всем мире функционировало более 140 водородных автомобильных заправочных станций. Из общего количества заправочных станций, построенных 2004–2005 году, всего 8% работают с жидким водородом, остальные с газообразным.

4.1.5 Нанопроводные батареи

Нанопроводные батареи — вид литий–ионных аккумуляторов, разработанных в Стэнфордском университете в 2007 г. Изобретение заключается в покрытии анода, состоящего из нержавеющей стали, кремниевыми нанотрубками вместо традиционного графитного анода. Нанотрубки способны заключать в себе в десять раз больше лития, чем графит. Благодаря этому на аноде создается значительная энергетическая емкость, что позволяет сильно уменьшить массу аккумулятора. Большая площадь поверхности анода позволяет ускорить процесс заряда/разряда аккумулятора.

Для улучшения свойств аккумулятора необходима также интенсификация катода. Дальнейшие улучшения таких батарей по оценкам экспертов займут порядка пяти лет. Коммерциализация этого проекта позволит получать компактные аккумуляторы, стоимость которых будет порядка (или даже ниже) стоимости обычных литий–ионных аналогов. Такие аккумуляторы могут революционно изменить развитие мобильной электроники и электродвигателей.

4.1.6 Беспроводная передача электроэнергии

Методика беспроводной передачи электроэнергии основывается на способности объектов, вошедших в электромагнитный резонанс, передавать друг другу энергию без проводов. Приемник и передатчик электроэнергии представляют собой настроенные на одну и ту же частоту магнитные антенны. Расстояние между приемником и передатчиком должно быть не более одной четвертой длины волны рабочего радиоизлучения (в тестовых системах она была равна нескольким метрам).

Идею беспроводной передачи электроэнергии впервые высказал еще Никола Тесла, и продемонстрировал соответствующий эксперимент. В 1964 г. У. Брауном была создана модель вертолета, получающего электроэнергию из микроволнового излучения. Им же проводились эксперименты по передаче электроэнергии на расстояние порядка полутора километров с 84% эффективностью.

Беспроводная передача электроэнергии основывается на ближних электромагнитных волнах, которые почти не взаимодействуют с окружающими объектами, в том числе живыми организмами. Эта методика позволила бы сэкономить на батареях питания для портативных устройств, работающих внутри помещений или недалеко от них.

Исследователи успешно продемонстрировали способность беспроводного источника энергии вызывать свечение 60 Вт лампы с 40% эффективностью на расстоянии двух метров от источника.

В будущем данную технологию можно применить для передачи информации: такие сигналы не будут взаимодействовать с радиоволнами, благодаря чему их зашумление будет значительно меньше.

4.2 Транспорт

4.2.1 Электромобиль

Электромобиль — автомобиль, приводимый в движение одним или несколькими электродвигателями с питанием от аккумуляторов или топливных элементов. Электромобиль следует отличать от автомобилей с ДВС и электрической передачей и от троллейбусов. Подвидами электромобиля считаются электрокар (грузовое транспортное средство для движения на закрытых территориях) и электробус (автобус с аккумуляторной тягой)

Преимущества электромобиля:

- отсутствие вредных выхлопов;
- простота конструкции и управления, высокая надежность и долговечность экипажной части (до 20 ÷ 25 лет) в сравнении с обычным автомобилем;

- возможность подзарядки от бытовой электрической сети (от розетки), но такой способ в $5 \div 10$ раз дольше, чем от специального высоковольтного подзарядного устройства;
- электромобиль — единственный вариант применения на легковом автотранспорте энергии, вырабатываемой АЭС;
- массовое применение электромобилей смогло бы помочь в решении проблемы «энергетического пика» за счет подзарядки аккумуляторов в ночное время.

Недостатки электромобиля.

- Аккумуляторы за полтора века эволюции так и не достигли характеристик, позволяющих электромобилю на равных конкурировать с автомобилем по запасу хода и стоимости, несмотря на значительное усовершенствование конструкции. Имеющиеся высокоэнергоемкие аккумуляторы либо слишком дороги из-за применения драгоценных или дорогостоящих металлов (серебро, литий), либо работают при слишком высоких температурах (рабочая температура натрий-серного аккумулятора выше $300\text{ }^{\circ}\text{C}$). Кроме того, такие аккумуляторы отличаются высоким саморазрядом. Одним из перспективных направлений стала разработка никель-металлгидридных аккумуляторов с оптимальным соотношением энергоемкости и себестоимости, перспективными считаются и аккумуляторы на основе полипропилена.
- Аккумуляторы хорошо работают при движении электромобиля на постоянных скоростях и при плавных разгонах. При резких стартах тяговые АКБ теряют много энергии. Для увеличения пробега электромобиля необходимы специальные стартовые системы, например, на конденсаторах.
- Проблемой является производство и утилизация аккумуляторов, которые часто содержат ядовитые компоненты (например, свинец или литий).
- Около 10% энергии теряется в коробке передач и других элементах трансмиссии. Для решения этой проблемы компания Mitsubishi Motor разработала колесо с встроенным электродвигателем (моторколесо). Система получила название Mitsubishi In-wheel motor Electric Vehicle (MIEV). Аналогичное моторколесо разработала Toyota. Прототип автомобиля Toyota Fine-T может поворачивать колеса перпендикулярно оси автомобиля, что позволяет значительно упростить парковку.
- Часть энергии аккумуляторов тратится на охлаждение или обогрев салона автомобиля, а также питание прочих бортовых энергопотребителей. Принимаются усилия, чтобы решить эту проблему с использованием топливных элементов, ионисторов и фотоэлементов.
- Для массового применения электромобилей требуется создание соответствующей инфраструктуры для подзарядки аккумуляторов (зарядка на «автозарядных» станциях).

4.2.2 Персональный автоматический транспорт

Под персональным автоматическим транспортом понимают возникающий вид городского и пригородного транспорта, который автоматически (без водителя) перевозит пассажиров в режиме такси, используя сеть специальных путей, поднятых над уровнем земли.

Персональный автоматический транспорт сейчас не эксплуатируется, хотя имеются действующие прототипы и опытные образцы, а также два проекта, находящиеся в стадии разработки и изготовления для коммерческой эксплуатации. Это ULTra в лондонском аэропорту Хитроу и транспортная система типа PRT в Дубайском международном финансовом центре. Обе системы должны начать действовать в 2008 году.

Внедрению персонального автоматического транспорта препятствуют следующие проблемы: отсутствие финансирования, превышение сметы, неоправданное применение железнодорожных правил о безопасной дистанции в некоторых странах, недобросовестная конкуренция других видов транспорта, консерватизм чиновников и директоров компаний, коррупция, недостаточный учет социальных условий эксплуатации транспортной системы и конструктивные недостатки конкретных концепций (например, тяжелая и дорогая конструкция специальных путей).

Уже не существует технических проблем, препятствующих внедрению персонального автоматического транспорта, а скептические оценки основываются либо на незнании, либо на использовании худших концепций в качестве примера, либо на сознательном искажении истины. Например, высказываются безосновательные сомнения в безопасности, хотя широко распространенный групповой автоматический транспорт зарекомендовал себя как совершенно безопасный вид транспорта (нулевая смертность). В персональном автоматическом транспорте отказоустойчивость будет обеспечена многократным модульным резервированием всех важных систем и многоуровневой (многослойной, эшелонированной) системой обеспечения безопасности.

Персональный транспорт должен удовлетворять следующим критериям.

- Полностью автоматические транспортные средства (без водителей).
- Транспортные средства находятся только на специальных путях (guideway), которые предназначены для исключительного использования такими средствами.
- Небольшие транспортные средства доступны для исключительного использования одним пассажиром или маленькой группой, — без случайных попутчиков. Транспортные услуги доступны 24 часа в сутки.
- Небольшие специальные пути могут быть надземными, наземными или подземными.

- Транспортные средства могут использовать все специальные пути и станции в единой сети персонального транспорта.
- Прямое сообщение из пункта отправления в пункт назначения, без необходимости в пересадке или остановке на промежуточных станциях.
- Транспортные услуги доступны по требованию, а не по твердому графику.

4.2.3 Безракетный перелет на орбиту Земли

Транспортирование ракеты с полезным грузом на орбиту Земли является зачастую ограничивающим фактором космических исследований. Можно сказать, что, достигнув орбиты Земли вы уже на полпути куда угодно. Стоимость доставки грузов на орбиту посредством ракет довольно высока: \$ 10000 ÷ 25000 за килограмм груза. Для выполнения массовых перелетов (исследование космоса, космическая колонизация) необходимо значительно уменьшить эту стоимость.

Рассмотрим некоторые предложения безракетного перелета.

Космическая башня является одним из наиболее утопичных проектов. Константин Циолковский предложил в свое время построить башню высотой 36000 км, что необходимо для непосредственного вывода ракеты на геостационарную орбиту. Однако, создание конструкции высотой более 2 км невозможно по техническим причинам: кирпичи, расположенные в основании башни будут разрушены весом конструкции.

Космический лифт является геостационарным спутником Земли с системой тросов и приводов, позволяющих поднимать грузы с поверхности планеты. Современные технологии не позволяют создать материалы, достаточно прочные и легкие для воплощения в жизнь такой идеи. В качестве тросов предполагается использовать, например, угольные нанотрубки.

Космический фонтан является видом космического лифта, не требующим выведения основы на геостационарную орбиту. Он представляет собой огромную башню, уходящую в небо. Для поддержания башни планируется использовать поток массивных шаров, выстреливающих вверх. Полезный груз поднимается или опускается вместе с этим потоком шаров, либо по внешней стороне башни.

Орбитальное кольцо является сплошным кольцом, расположенным на низкой орбите Земли, вращающимся со скоростью, несколько превосходящей первую космическую, и имеющим жесткие связи с поверхностью планеты.

Пушки могут также применяться для вывода грузов на орбиту. Приводить грузы в движение могут как химические заряды, так и электромагнитные силы.

Космические самолеты могут использоваться для вывода грузов и пассажиров на промежуточные станции в верхних слоях атмосферы Земли.

5 Информационные технологии

5.1 Развитие компьютерной техники

5.1.1 Устройства хранения информации

Мемристорами (слово образовано из комбинации англ. «memory» – память и «resistor» – резистор) называют класс пассивных двухполюсных радиоэлементов, поддерживающих функциональную связь между интегралами по времени протекающего через них тока и напряжения на них. Это приводит к изменению сопротивления мемристора: он как бы запоминает предыдущее состояние.

Твердотельные мемристоры могут быть объединены в регистры, занимающие значительно меньшую площадь, чем транзисторные. Кроме того, они могут быть включены в энергонезависимые виды твердотельной памяти, что позволит создать значительно более высокую плотность записи информации, чем позволяют жесткие диски, а время доступа к такой информации будет не выше, чем у оперативной памяти. Такие устройства могли бы заменить и жесткие диски, и оперативную память компьютера. Компанией Hewlett-Packard выпущен прототип твердотельного диска, позволяющий хранить 100 гигабит информации на квадратном сантиметре поверхности микросхемы, в то время как самые современные флеш-карты позволяют хранить не более 32 гигабит на квадратный сантиметр. Данный прототип имеет и высокую скорость доступа — всего в десять раз меньше, чем у оперативной памяти.

Регистрируются патенты, предлагающие использовать мемристоры в программируемой логике, обработке сигналов, нейронных сетях и системах контроля.

Твердотельный накопитель (англ. SSD – Solid State Drive, Solid State Disk) — энергонезависимое, перезаписываемое запоминающее устройство без движущихся частей. Следует различать твердотельные накопители основанные на использовании энергозависимой (RAM SSD) и энергонезависимой (NAND или Flash SSD) памяти.

Последние являются весьма перспективной разработкой. Многие аналитики считают, что уже в ближайшие годы энергонезависимые твердотельные накопители займут достаточно большую долю рынка накопителей, отвоевав ее у накопителей на жестких магнитных дисках. По состоянию на сегодняшний день, твердотельные накопители используются в основном в специализированных вычислительных системах и в некоторых моделях ноутбуков (например, ASUS Eee PC).

Накопители, построенные на использовании энергозависимой памяти появились относительно недавно, но в связи с гораздо более низкой стоимостью (\$3 ÷ 10 за 1 ГБ) начали уверенное завоевание рынка. До недавнего времени

твердотельные накопители существенно уступали традиционным накопителям в чтении и записи, но компенсировали это (особенно при чтении) высокой скоростью поиска информации (сопоставимой со скоростью RAM-дисков). Сейчас уже выпускаются твердотельные флеш-диски со скоростью чтения и записи, сопоставимой с традиционными, и разработаны модели, существенно их превосходящие (ожидаются к выпуску в начале 2009 года). Характеризуются относительно небольшими размерами и низким энергопотреблением. Уже практически полностью завоевали рынок ускорителей баз данных среднего уровня и начинают теснить традиционные диски в мобильных приложениях.

Твердотельные накопители имеют следующие преимущества по сравнению с жесткими дисками:

- более высокая скорость запуска, отсутствие движущихся частей;
- быстрый поиск информации;
- малое время считывания информации;
- быстрое время записи (только для RAM);
- низкая потребляемая мощность;
- отсутствие шума от движущихся частей и охлаждающих вентиляторов;
- высокая механическая стойкость;
- широкий диапазон рабочих температур;
- практически устойчивое время считывания файлов вне зависимости от их расположения или фрагментации;
- малый размер и вес.

Недостатки твердотельных накопителей:

- высокая цена за 1 ГБ (примерно в 15 раз выше, чем у жестких дисков);
- малая емкость (лишь экспериментальные твердотельные накопители имеют емкость 1 ТБ и больше);
- более высокая чувствительность к некоторым эффектам, например, внезапной потере питания, магнитным и электрическим полям;
- ограниченное количество циклов перезаписи: обычная флеш-память позволяет записывать данные до 100 тыс. раз, более дорогостоящие виды памяти — до 5 млн. раз;
- малая скорость записи (для флеш-памяти);
- малая плотность записи (за исключением устройств, находящихся на стадии разработки);
- более высокое потребление энергии в режиме ожидания (к этому особо чувствительны переносные компьютеры).

Наиболее проблематичным является использование флеш-памяти в проприетарной системе Windows: она работает значительно медленнее, чем, скажем, в Linux. Это связано с политикой разработчиков Windows и недостатками файловой системы NTFS.

Для создания твердотельных накопителей с высокой плотностью хранения информации может использоваться и **спинтроника** — технология, позволяющая использовать внутренний спин отдельного электрона и связанный с ним магнитный момент.

5.1.2 Создание мощных компьютеров

Оптическим компьютером называют вычислительную машину, использующую для управления, хранения и передачи данных свет вместо электрических импульсов. Благодаря принципиальным отличиям свойств фотонов от электронов, можно использовать их для производства компьютеров со значительно более высокой производительностью, чем у электронных устройств. Технология производства оптических компьютеров все еще находится в стадии разработки: прототипы функциональных оптических компьютеров уже созданы в лабораториях, однако, ни один из них еще не прошел дальше этой стадии.

Большинство исследовательских проектов сконцентрированы на замене современных компьютерных компонентов оптическими эквивалентами, что приведет к появлению оптических цифровых вычислительных систем. Частичная замена элементов компьютера оптическими эквивалентами возможна и в ближайшем будущем.

Однако, оптические системы на небольших расстояниях потребляют больше мощности, чем электронные аналоги (это связано с более высокой чувствительностью к шумам). Таким образом, оптический компьютер будет потреблять больше энергии, чем электронный аналог. При передаче же данных на большие расстояния потери в электрических цепях значительно превышают потери в оптических линиях связи, и в этом случае оптические аналоги будут энергетически более выгодными.

Значительной преградой на пути развития оптических компьютеров может стать то, что вычисления являются нелинейным процессом, в котором множество сигналов должны взаимодействовать между собой для получения результата. Свет же, являясь электромагнитной волной, может взаимодействовать с другой волной лишь в присутствии электронов. Сила взаимодействия электромагнитных волн намного слабее, чем взаимодействие электронных сигналов. Поэтому оптические процессоры потребляют значительно больше энергии и занимают намного большие размеры, чем электронные аналоги.

Другим методом повышения производительности вычислительных машин является создание **квантового компьютера** — вычислительного устройства, работа которого основана на квантовомеханических эффектах. Это позволяет преодолеть некоторые ограничения классических компьютеров. Квантовые компьютеры работают на основе квантовой логики

Основным элементом квантового компьютера является **квантовая точка** — фрагмент проводника или полупроводника, ограниченный по всем трем пространственным измерениям и содержащий электроны проводимости. Точка должна быть настолько малой, чтобы были существенны квантовые эффекты.

Квантовые точки еще сравнительно новый объект для исследования, поэтому о широком промышленном применении речи пока не идет. Но оптические свойства микрокристаллов–квантовых точек уже используются в самых неожиданных исследованиях, в которых требуется удобная, перестраиваемая люминесценция, например в биологических исследованиях.

Квантовые точки — один из главных кандидатов для представления **кубитов** — квантовых разрядов (наименьший элемент для хранения информации в квантовом компьютере) в квантовых вычислениях.

Упрощенная схема вычисления на квантовом компьютере выглядит так: берется система кубитов, на которой записывается начальное состояние. Затем состояние системы или ее подсистем изменяется посредством базовых квантовых операций. В конце измеряется значение — результат работы компьютера.

Оказывается, что для построения любого вычисления достаточно двух базовых операций. Квантовая система дает результат, только с некоторой вероятностью являющийся правильным. Но за счет небольшого увеличения операций в алгоритме можно сколь угодно приблизить вероятность получения правильного результата к единице.

С помощью базовых квантовых операций можно симулировать работу логических элементов, из которых сделаны обычные компьютеры. Поэтому любую задачу, которую можно решить современными компьютерами, квантовый компьютер решит почти за такое же время. Следовательно, новая схема вычислений будет не слабее нынешней.

Чем же квантовый компьютер лучше классического? Большая часть современных ЭВМ работают по такой же схеме: n бит памяти хранят свое состояние и каждый такт времени изменяются процессором. В квантовом случае система из n кубитов находится в состоянии, являющимся суперпозицией всех базовых состояний, поэтому изменение системы касается всех $2n$ базовых состояний одновременно. Теоретически новая схема может работать намного быстрее классической. Практически наблюдается квадратичный прирост мощности по сравнению с классическими алгоритмами.

Благодаря огромной скорости разложения на простые множители, квантовый компьютер позволит расшифровывать сообщения, закодированные при помощи многих популярных криптографических алгоритмов, таких как RSA. До сих пор этот алгоритм считается сравнительно надежным, так как эффективный способ разложения чисел на простые множители для классического компьютера в настоящее время неизвестен. Для того, например, чтобы получить

доступ к кредитной карте, нужно разложить на два простых множителя число длиной в сотни цифр. Даже для самых быстрых современных компьютеров выполнение этой задачи заняло бы больше времени, чем возраст Вселенной. Однако, эта задача делается вполне осуществимой, если квантовый компьютер будет построен.

Применение идей квантовой механики уже открыли новую эпоху в области криптографии, так как методы квантовой криптографии открывают новые возможности в области передачи сообщений. Прототипы систем подобного рода находятся на стадии разработки.

5.2 Технологии искусственного интеллекта

Искусственный интеллект (ИИ, англ. Artificial intelligence, AI) — раздел информатики, занимающийся формализацией задач, напоминающих задачи, выполняемые человеком. При этом в большинстве случаев заранее неизвестен алгоритм решения задачи. В некотором роде обособленно стоят задачи распознавания образов, которые традиционно включают в круг задач искусственного интеллекта.

Точного определения этой науки не существует, так как в философии не решен вопрос о природе и статусе человеческого интеллекта. Нет и точного критерия достижения компьютерами «разумности», хотя на заре искусственного интеллекта был предложен ряд гипотез, например, тест Тьюринга (на основе переписки с человеком и компьютером судья должен определить, кто есть кто). На данный момент есть множество подходов как к пониманию задачи ИИ, так и созданию интеллектуальных систем.

Так, одна из классификаций выделяет два подхода к разработке ИИ:

- нисходящий, семиотический — создание символьных систем, моделирующих высокоуровневые психические процессы: мышление, рассуждение, речь, эмоции, творчество и т.д.;
- восходящий, биологический — изучение нейронных сетей и эволюционные вычисления, моделирующих интеллектуальное поведение на основе более мелких «неинтеллектуальных» элементов.

Эта наука связана с психологией, нейрофизиологией, трансгуманизмом и другими. Как и все компьютерные науки, она использует математический аппарат. Особое значение для нее имеют философия и робототехника.

Искусственный интеллект — очень молодая область исследований, старт которой был дан в 1956 году. Ее исторический путь напоминает синусоиду, каждый «взлет» которой инициировался какой-либо новой идеей.

Анализируя историю ИИ, можно выделить такое обширное направление как **моделирование рассуждений**. Долгие годы развитие методик ИИ двигалось

именно по этому пути, и теперь это одна из самых развитых областей в современном ИИ. Моделирование рассуждений подразумевает создание символьных систем, на входе которых поставлена некая задача, а на выходе требуется ее решение. Как правило, предлагаемая задача уже формализована, то есть переведена в математическую форму, но либо не имеет алгоритма решения, либо он слишком сложен, трудоемок и т.п. В это направление входят: доказательство теорем, принятие решений и теория игр, планирование и диспетчеризация, прогнозирование.

Немаловажным направлением является **обработка естественного языка**, в рамках которого проводится анализ возможностей понимания, обработки и генерации текстов на «человеческом» языке. В частности, здесь еще не решена проблема *машинного перевода* текстов с одного языка на другой. В современном мире большую роль играет *разработка методов информационного поиска*. По своей природе, оригинальный тест Тьюринга связан с этим направлением.

Согласно мнению многих ученых, важным свойством интеллекта является способность к обучению. Таким образом, на первый план выходит **техника знаний**, объединяющая задачи получения знаний из простой информации, их систематизации и использования. Достижения в этой области затрагивают почти все остальные направления исследований ИИ. Здесь также нельзя не отметить две важные подобласти. Первая из них — *машинное обучение* — касается процесса самостоятельного получения знаний интеллектуальной системой в процессе ее работы. Второе связано с созданием *экспертных систем* — программ, использующих специализированные базы знаний для получения достоверных заключений по какой-либо проблеме.

Значительные и интересные достижения имеются в области **моделирования биологических систем**. Строго говоря, сюда можно отнести несколько независимых направлений. *Нейронные сети* используются для решения нечетких и сложных проблем, таких как распознавание геометрических фигур или кластеризация объектов. *Генетический подход* основан на идее, что некий алгоритм может стать более эффективным, если позаимствует лучшие характеристики у других алгоритмов («родителей»). Относительно новый подход, где ставится задача создания автономной программы — агента, взаимодействующего с внешней средой, называется *агентным подходом*. А если должным образом заставить массу «не очень интеллектуальных» агентов взаимодействовать вместе, то можно получить «муравьиный» интеллект.

Задачи **распознавания образов** уже частично решаются в рамках других направлений. Сюда относятся распознавание символов, рукописного текста, речи, анализ текстов. Особо стоит упомянуть *компьютерное зрение*, которое связано с машинным обучением и робототехникой.

Вообще, **робототехника** и искусственный интеллект часто ассоциируется друг с другом. Интегрирование этих двух наук, создание интеллектуальных роботов, можно считать еще одним направлением ИИ.

Особняком держится **машинное творчество**, в связи с тем, что природа человеческого творчества еще менее изучена, чем природа интеллекта. Тем не менее, эта область существует, и здесь поставлены проблемы написания компьютером музыки, литературных произведений (часто — стихов или сказок), художественное творчество.

Наконец, существует масса приложений искусственного интеллекта, каждое из которых образует почти самостоятельное направление. В качестве примеров можно привести программирование интеллекта в компьютерных играх, нелинейное управление, интеллектуальные системы безопасности.

Можно заметить, что многие области исследований пересекаются. Это свойственно для любой науки. Но в искусственном интеллекте взаимосвязь между, казалось бы, различными направлениями выражена особенно сильно, и это связано с философским спором о сильном и слабом ИИ.

5.2.1 Машинный перевод

Машинный перевод — процесс перевода текстов (письменных, а в идеале и устных) с одного естественного языка на другой специальной компьютерной программой. Так же называется направление научных исследований, связанных с построением подобных систем.

Качество перевода зависит от тематики и стиля исходного текста. Машинный перевод художественных текстов практически всегда оказывается неудовлетворительного качества. Тем не менее для технических документов при наличии специализированных машинных словарей и некоторой настройке системы на особенности того или иного типа текстов возможно получение перевода приемлемого качества, который нуждается лишь в небольшой редакторской корректировке. Чем более формализован стиль исходного документа, тем большего качества перевода можно ожидать. Самых лучших результатов при использовании машинного перевода можно достичь для текстов, написанных в техническом (различные описания и руководства) и официально-деловом стиле.

Применение машинного перевода без настройки на тематику (или с намеренно неверной настройкой) служит предметом многочисленных бродящих по Интернету шуток. Из пространных примеров наиболее известен текст «Гуртовщики Мыши» (перевод компьютерной документации программой Poliglossum на основе медицинского, коммерческого и юридического словарей); из кратких — фразы «My cat has given birth to four kittens, two yellow, one white and one black»,

которую переводчик компании ПРОМТ превращает в «Мой кот родил четырех котят, два желтых цвета, одно белое и одного афроамериканца».

Чаще всего подобные шутки связаны с тем, что программа не распознает контекст фразы и переводит термины дословно, к тому же не отличая собственных имен от обычных слов. Тот же переводчик ПРОМТ превращает «bra-ket notation» в «примечание Кети лифчика», «Lie algebra» — в «алгебру Лжи», «eccentricity vector» — в «вектор оригинальности» и т.п.

По сути, процесс машинного перевода должен состоять из двух фаз: толкования смысла исходного текста и осмысленного переложения этого текста на целевой язык. Обе фазы требуют не только знания исходного и целевого языков, но и глубокого вникания в суть текста, т.е. проведение его полного семантического анализа. Алгоритм ИИ машинных переводчиков наших дней слишком слаб для выполнения этой сложной задачи, поэтому обычно перевод строится либо дословно, либо исходя из анализа соседних слов.

5.2.2 Семантическая сеть

Семантическая сеть — часть глобальной концепции развития сети Интернет, целью которой является реализация возможности машинной обработки информации, доступной во Всемирной сети. Основной акцент концепции делается на работе с метаданными, однозначно характеризующими свойства и содержание ресурсов Интернет, вместо используемого в настоящее время текстового анализа документов. В семантической сети предполагается повсеместное использование, во-первых, универсальных идентификаторов ресурсов (URI), а во-вторых — онтологий и языков описания метаданных.

Эта концепция была принята и продвигается Консорциумом W3. Для ее внедрения предполагается создание сети документов, содержащих метаданные о ресурсах Всемирной сети и существующей параллельно с ними. Тогда как сами ресурсы предназначены для восприятия человеком, метаданные используются машинами (поисковыми роботами и другими интеллектуальными агентами) для проведения однозначных логических заключений о свойствах этих ресурсов.

Несмотря на все преимущества, предоставляемые семантической сетью в случае ее внедрения, существуют сомнения в возможности ее полной реализации. Разные комментаторы высказывают различные причины, которые могут быть препятствием к этому, начиная с человеческого фактора (люди склонны избегать работы по поддержке документов с метаданными, открытыми остаются проблемы истинности метаданных, и т.д.), и заканчивая косвенным указанием Аристотеля на отсутствие очевидного способа деления мира на концепты,

что ставит под сомнение возможность существования онтологии верхнего уровня, критической для семантической сети.

Необходимость описания метаданных так или иначе приводит к дублированию информации. Каждый документ должен быть создан в двух экземплярах: размеченным для чтения людьми, а также в машинно-ориентированном формате. Этот недостаток семантической сети был главным толчком к созданию так называемых микроформатов.

6 Отображение графической информации

6.1 Органические светодиоды

Органические светодиоды (OLED) применяются при создании устройств отображения информации (дисплеев). Предполагается, что производство таких дисплеев будет гораздо дешевле, нежели производство жидкокристаллических дисплеев.

При производстве OLED-дисплеев используются полимеры, способные излучать световые волны при подаче электрического напряжения. Электрический ток подводится к органическим молекулам, которые испускают яркий свет.

Преимущества в сравнении с LCD-дисплеями:

- меньшие габариты и вес;
- отсутствие необходимости в подсветке;
- отсутствие такого параметра как угол обзора — изображение видно без потери качества под любым углом;
- почти мгновенный отклик матрицы — изображение не «смазывается» и не имеет артефактов разгона матрицы;
- более качественная цветопередача (высокий контраст);
- более низкое энергопотребление при той же яркости;
- возможность создания гибких экранов.

Главная проблема для OLED — время непрерывной работы должно быть не меньше 15 тыс. часов. Одна проблема, которая в настоящее время препятствует широкому распространению этой технологии, состоит в том, что «красный» OLED и «желтый» OLED могут непрерывно работать на десятки тысяч часов дольше, чем «синий» OLED. Это визуально искажает изображение, причем время качественного показа неприемлемо для коммерчески жизнеспособного устройства, хотя сегодня «синий» OLED все-таки добрался до отметки в 17,5 тыс. часов непрерывной работы.

При этом для дисплеев телефонов, фотокамер и иных малых устройств достаточно 5 тысяч часов непрерывной работы. Поэтому OLED уже сегодня успешно используется для них.

Можно считать это временными трудностями становления новой технологии, поскольку разрабатываются новые долговечные люминофоры. Также растут мощности по производству матриц.

Дисплеи на органических светодиодах широко применяются в мобильных телефонах, GPS-навигаторах, приборах ночного видения. Органические дисплеи встраиваются в цифровые фотоаппараты, автомобильные бортовые компьютеры, коммерческие OLED-телевизоры, выпускаются небольшие OLED-

дисплеи для цифровых индикаторов, лицевых панелей автомагнитол, MP3-плееров и т.д.

6.2 Голография

Голография — набор технологий для точной записи, воспроизведения и перестроения волновых полей. Данный метод был предложен в 1948 г. Дэннисом Габором, он же ввел термин *голограмма* и получил «за изобретение и развитие голографического принципа» Нобелевскую премию по физике в 1971 г.

Когда в некоторой области пространства складываются несколько электромагнитных волн, частоты которых с очень высокой степенью точности совпадают, возникает стоячая электромагнитная волна. Когда записывают голограмму, в определенной области пространства складывают две волны: одна из них идет непосредственно от источника (опорная волна), а другая отражается от объекта записи (объектная волна). В области стоячей электромагнитной волны размещают фотопластинку (или иной регистрирующий материал), в результате на этой пластинке возникает сложная картина полос потемнения, которые соответствуют распределению электромагнитной энергии (картине интерференции) в этой области пространства. Если теперь эту пластинку осветить волной, близкой к опорной, то она преобразует эту волну в волну, близкую к объектной. Таким образом, мы будем видеть (с той или иной степенью точности) такой же свет, какой отражался бы от объекта записи.

При записи голограммы крайне важно, чтобы длины (частоты) объектной и опорной волн с максимальной точностью совпадали друг с другом и не менялись в течение всего времени записи (иначе на пластинке не запишется четкой картины интерференции). Крайне удобным источником света, хорошо удовлетворяющим второму условию, является лазер.

Помимо получения объемных «фотографий» принципы голографии можно использовать в следующих областях.

Хранение данных. Голографический метод хранения данных позволил бы создать носители информации с довольно высокой плотностью записи и надежностью хранения данных.

Безопасность. Голограммы довольно сложны в изготовлении, поэтому уже в наше время голограммами защищают денежные знаки, кредитные карты и пр.

Искусство. Голография может стать альтернативой художественной графике.

Голографическая интерферометрия широко применяется для выявления дефектов механических и оптических систем.

6.3 Трехмерная графика

Существует несколько основных типов трехмерных дисплеев. По *стереоскопической технологии* два образа трехмерной сцены отдельно отображаются в глазах зрителя. *Автостереоскопические* дисплеи позволяют формировать трехмерное изображение без необходимости использования специальных очков, однако, она позволяет видеть трехмерную картину лишь при наблюдении непосредственно напротив дисплея. *Голографическая* трехмерная технология позволяет направлять пучки света так, как будто они исходят от настоящего трехмерного объекта.

Кроме того, существуют объемные дисплеи, использующие специальные механизмы для объемного отображения световых точек. Элемент такого дисплея называют **воксел** (англ. voxel – VOlume ELement – объемный элемент) в отличие от двумерного пикселя (pixel – PICTure ELement). Объемные дисплеи могут использовать и многоплоскостную технологию (слоистая структура прозрачных дисплеев) или работать по принципу вращающейся панели (кажущийся объем создается за счет быстрого вращения дисплея).

Другие технологии проецируют световые точки прямо на воздух. Инфракрасный лазер фокусируется в необходимой точке пространства, вызывая появление маленького пузырька плазмы, излучающего видимый свет. До августа 2008 г. экспериментальные установки позволяли генерировать объемные изображения лишь с качеством 100 точек в секунду. Следует также заметить, что дисплеи, разработанные с использованием этой технологии могут причинить вред зрению.

Альтернативой трехмерных дисплеев могут стать **сетчаточные дисплеи** — новая технология производства дисплеев, отображающая графическую информацию по принципу, схожему с работой электроннолучевой трубки, прямо на сетчатке глаза. Предполагается создание сетчаточных дисплеев в виде очков, а также внедрение их в различные переносные устройства (сотовые телефоны, карманные компьютеры). В последнем случае для отображения графики устройство помещается на некотором расстоянии от лица, сканирующая камера отслеживает движение глаз и задает дисплею координаты зрачков.

6.4 Трехмерная печать

Трехмерным принтером называют устройство, использующее метод создания физического объекта на основе виртуальной трехмерной модели.

Трехмерная печать может осуществляться разными способами и с использованием различных материалов, но в основе любого из них лежит принцип послойного создания (выращивания) твердого объекта.

Существуют две технологии трехмерной печати.

1. Лазерная.

- Лазерная печать. Ультрафиолетовый лазер постепенно, пиксель за пикселем, засвечивает жидкий фотополимер, либо фотополимер засвечивается ультрафиолетовой лампой через фотошаблон, меняющийся с каждым новым слоем. При этом он затвердевает и превращается в достаточно прочный пластик.
- Лазерное спекание. При этом лазер выжигает в порошке из легкосплавного пластика, слой за слоем, контур будущей детали. После этого лишний порошок стряхивается с готовой детали.
- Ламинирование. Деталь создается из большого количества слоев рабочего материала, которые постепенно накладываются друг на друга и склеиваются, при этом лазер вырезает в каждом контуре сечения будущей детали.

2. Струйная.

- Застывание материала при охлаждении. Раздаточная головка выдавливает на охлаждаемую платформу-основу капли разогретого термопластика. Капли быстро застывают и слипаются друг с другом, формируя слои будущего объекта.
- Полимеризация фотополимерного пластика под действием ультрафиолетовой лампы. Способ похож на предыдущий, но пластик твердеет под действием ультрафиолета.
- Склеивание или спекание порошкообразного материала. То же самое, что и лазерное спекание, только порошок склеивается клеящим веществом, поступающим из специальной струйной головки. При этом можно воспроизвести окраску детали, используя связующее вещество различных цветов.

Применение трехмерной печати.

- Для быстрого прототипирования, то есть быстрого изготовления прототипов моделей и объектов для дальнейшей доводки. Уже на этапе проектирования можно кардинальным образом изменить конструкцию узла или объекта в целом. В инженерии такой подход способен существенно снизить затраты в производстве и освоении новой продукции.
- Для быстрого производства — изготовление готовых деталей из материалов, поддерживаемых трехмерными принтерами. Это отличное решение для малосерийного производства.
- Конструкция из прозрачного материала позволяет увидеть работу механизма «изнутри», что в частности было использовано инженерами Porsche при изучении тока масла в трансмиссии автомобиля еще при разработке.
- Производство различных мелочей в домашних условиях.

- Производство сложных, массивных, прочных и главное недорогих систем. Например беспилотный самолет Polecat компании Lockheed, большая часть деталей которого была изготовлена методом скоростной трехмерной печати.
- Перспективность данной технологии не может вызывать сомнений. К примеру, разработки Университета Миссури позволяют наносить на специальный био-гель сгустки клеток заданного типа. Развитие данной технологии — выращивание полноценных органов.

До недавнего времени были научной фантастикой трехмерные принтеры, которые могут воспроизводить детали собственной конструкции, то есть реплицировать сами себя. Сегодня это вполне осуществимо, и разработка такой машины ведется под проектом RepRap, причем информация о ее конструкции распространяется по условиям лицензии GNU General Public Licence.

7 Связь

7.1 Сотовая связь

Сотовая связь — один из видов мобильной радиосвязи, в основе которого лежит сотовая сеть. Ключевая особенность заключается в том, что общая зона покрытия делится на ячейки (соты), определяющиеся зонами покрытия отдельных базовых станций (БС). Соты частично перекрываются и вместе образуют сеть. На идеальной (ровной и без застройки) поверхности зона покрытия одной БС представляет собой круг, поэтому составленная из них сеть имеет вид сот с шестиугольными ячейками (сотами).

Примечательно, что в английском варианте связь называется «ячеистой» или «клеточной» (cellular), что не учитывает шестиугольности сот.

Сеть составляют разнесенные в пространстве приемопередатчики, работающие в одном и том же частотном диапазоне, и коммутирующее оборудование, позволяющее определять текущее местоположение подвижных абонентов и обеспечивать непрерывность связи при перемещении абонента из зоны действия одного приемопередатчика в зону действия другого.

Первое использование подвижной телефонной радиосвязи в США относится к 1921 г.: полиция Детройта использовала одностороннюю диспетчерскую связь в диапазоне 2 МГц для передачи информации от центрального передатчика к приемникам, установленным на автомашинах. Первый общественный подвижный радиотелефон появился в 1946 г. (Сент-Луис, США; фирма Bell Telephone Laboratories), в нем использовался диапазон 150 МГц. В 1955 г. начала работать 11-канальная система в диапазоне 150 МГц, а в 1956 г. — 12-канальная система в диапазоне 450 МГц. Обе эти системы были симплексными, и в них использовалась ручная коммутация. Автоматические дуплексные системы начали работать соответственно в 1964 г. (150 МГц) и в 1969 г. (450 МГц).

Аналогичным образом, с естественными отличиями и в меньших масштабах, развивалась ситуация и в других странах. Таким образом, к 1970 г. подвижная телефонная радиосвязь, с одной стороны, уже получила достаточно широкое распространение, но с другой — явно не успевала за быстро растущими потребностями, при ограниченном числе каналов в жестко определенных полосах частот. Выход был найден в виде системы сотовой связи, что позволило резко увеличить емкость за счет повторного использования частот в системе с ячеистой структурой.

Конечно, как это обычно бывает в жизни, отдельные элементы системы сотовой связи существовали и раньше. В частности, некоторое подобие сотовой системы использовалось в 1949 г. в Детройте (США) диспетчерской службой такси — с повторным использованием частот в разных ячейках при ручном

переключении каналов пользователями в оговоренных заранее местах. Однако архитектура той системы, которая сегодня известна как система сотовой связи, была изложена только в техническом докладе компании Bell System, представленном в Федеральную комиссию связи США в декабре 1971 г. И с этого времени начинается развитие собственно сотовой связи, которое стало поистине триумфальным с 1985 г., в последние десять с небольшим лет.

В 1978 г. в Чикаго начались испытания первой опытной системы сотовой связи на 2 тыс. абонентов. Первая автоматическая коммерческая система сотовой связи была введена в эксплуатацию также в Чикаго в октябре 1983 г. компанией American Telephone and Telegraph (AT&T). В Канаде сотовая связь используется с 1978 г., в Японии — с 1979 г., в Скандинавских странах (Дания, Норвегия, Швеция, Финляндия) — с 1981 г., в Испании и Англии — с 1982 г. По состоянию на июль 1997 г. сотовая связь работала более чем в 140 странах всех континентов, обслуживая более 150 млн абонентов.

Основные составляющие сотовой сети — это *сотовые телефоны и базовые станции*. Базовые станции обычно располагают на крышах зданий и вышках. Будучи включенным, сотовый телефон прослушивает эфир, находя сигнал базовой станции. После этого телефон посылает станции свой уникальный идентификационный код. Телефон и станция поддерживают постоянный радиоконтакт, периодически обмениваясь пакетами. Если телефон выходит из поля действия базовой станции, он налаживает связь с другой.

Сотовые сети могут состоять из базовых станций разного стандарта, что позволяет оптимизировать работу сети и улучшить ее покрытие.

Сотовые сети разных операторов соединены друг с другом, а также со стационарной телефонной сетью. Это позволяет абонентам одного оператора делать звонки абонентам другого оператора, с мобильных телефонов на стационарные и со стационарных на мобильные.

Операторы разных стран могут заключать договоры роуминга. Благодаря таким договорам абонент, находясь за границей, может совершать и принимать звонки через сеть другого оператора (правда, по повышенным тарифам).

Сотовая связь в России начала внедряться с 1990 г., коммерческое использование началось с 9 сентября 1991 г., когда в Санкт-Петербурге компанией «Дельта Телеком» была запущена первая в России сотовая сеть. К июлю 1997 г. общее число абонентов в России составило около 300 тысяч. На 2007 год основные протоколы сотовой связи, используемые в России — GSM-900 и GSM-1800. Помимо этого, работают и CDMA-сети. Также GSM-операторами ведется плавный переход на стандарт UMTS. В частности, первый фрагмент сети этого стандарта в России был введен в эксплуатацию 2 октября 2007 года в Санкт-Петербурге компанией «МегаФон». В Свердловской области продолжа-

ет эксплуатироваться сеть сотовой связи стандарта DAMPS, принадлежащей компании Сотовая Связь «МОТИВ».

В России на 1 июля 2007 года насчитывалось 160.3 млн пользователей сотовой связи (по числу проданных сим-карт). Уровень проникновения сотовой связи (количество SIM-карт на 100 жителей) на эту дату составил, таким образом, 110%. В регионах, без учета Москвы, уровень проникновения превысил 100%. Доля рынка крупнейших сотовых операторов на 1 июля 2007 года составила: 32.9% у МТС, 30.9% у «Вымпелкома» и 20.1% у «МегаФона».

7.2 Стандарты сотовой связи

7.2.1 CDMA

CDMA (Code Division Multiple Access) расшифровывается как «множественный доступ с кодовым разделением».

Каналы трафика при таком способе разделения среды создаются присвоением каждому пользователю отдельного числового кода, который распространяется по всей ширине полосы. Нет временного разделения, все абоненты постоянно используют всю ширину канала. Полоса частот одного канала очень широка, вещание абонентов накладывается друг на друга но, поскольку их коды отличаются, они могут быть дифференцированы.

Технология множественного доступа с кодовым разделением каналов известна давно. В СССР первая работа, посвященная этой теме, была опубликована еще в 1935 году Д.В. Агеевым.

После войны в течение долгого времени технология CDMA использовалась в военных системах связи, как в СССР, так и в США. Во второй половине 80-х годов военное ведомство США рассекретило данную технологию и началось ее использование в гражданских средствах связи.

Технология кодового разделения каналов CDMA, благодаря высокой спектральной эффективности, является радикальным решением дальнейшей эволюции сотовых систем связи.

При построении системы мобильной связи на основе технологии CDMA первая фаза обеспечивает передачу данных со скоростью до 153 кбит/с, что позволяет предоставлять услуги голосовой связи, передачу коротких сообщений, работу с электронной почтой, интернетом, базами данных, передачу данных и неподвижных изображений. Переход к следующей фазе — CDMA2000 происходит при использовании той же полосы частот 1.23 МГц, скорость передачи до 2.4 Мбит/с в прямом канале и до 153 кбит/с в обратном, что делает эту систему связи отвечающей требованиям сетей третьего поколения (3G) и дает возможность предоставлять самый широкий спектр услуг, вплоть до передачи видео

в режиме реального времени. Следующая фаза развития стандарта позволит увеличить сетевую емкость и скорость передачи данных. На данном этапе обеспечивается передача данных со скоростью до 3.1 Мбит/с по направлению к абоненту и до 1.8 Мбит/с по направлению от абонента. В мире уже есть несколько таких действующих сетей. Поскольку прогресс не стоит на месте, разработчики оборудования уже работают над реализацией очередной фазы, позволяющей достигнуть следующих скоростей на одном частотном канале: 4.9 Мбит/с к абоненту и 2.4 Мбит/с от абонента. К тому же будет обеспечиваться возможность объединения нескольких частотных каналов для увеличения скорости. Например, объединение 15-ти частотных каналов (максимально возможное количество) позволит достигать скоростей 73.5 Мбит/с к абоненту и 27 Мбит/с от абонента. Применение таких сетей — улучшенная работа чувствительных к временным задержкам приложений типа VoIP, Push to Talk, видеотелефония, параллельное использование голоса и мультимедиа, мультисессионные сетевые игры и др.

Основными компонентами коммерческого успеха системы CDMA2000 являются более широкая зона обслуживания, высокое качество речи (практически эквивалентное проводным системам), гибкость и дешевизна внедрения новых услуг. Данная технология обеспечивает высокую помехозащищенность, устойчивость канала связи от перехвата и прослушивания, что делает его привлекательным в использовании для всех категорий абонентов.

Также немаловажную роль играет низкая излучаемая мощность радиопередатчиков абонентских устройств. Так, для систем CDMA2000 максимальная излучаемая мощность составляет 250 мВт, в то время как для систем GSM-900 этот показатель равен 2 Вт (в импульсе), а для GSM-1800 — 1 Вт (в импульсе). Справедливости ради отметим, что мнение о вредном влиянии излучения мобильных телефонов на организм человека учеными так и не доказано, но и не опровергнуто.

7.2.2 GSM

GSM (от названия группы Groupe Spécial Mobile, позже переименован в Global System for Mobile Communications) — глобальный цифровой стандарт для мобильной сотовой связи, с разделением канала и высокой степенью безопасности благодаря шифрованию с открытым ключом. Разработан под эгидой Европейского института стандартизации электросвязи в конце 80-х годов.

GSM относится к сетям второго поколения (2G), хотя на 2006 год условно находится в фазе 2.5G (1G — аналоговая сотовая связь, 2G — цифровая сотовая связь, 3G — широкополосная цифровая сотовая связь, коммутируемая многоцелевыми компьютерными сетями, в том числе Интернет).

Сотовые телефоны выпускаются для 4 диапазонов частот: 850, 900, 1800 и 1900 МГц. Существуют также, и довольно распространены, многодиапазонные телефоны.

GSM на сегодняшний день является наиболее распространенным стандартом связи. На данный стандарт приходится 82% мирового рынка мобильной связи, 29% населения земного шара использует глобальные технологии GSM.

Система GSM состоит из трех основных подсистем:

- подсистема базовых станций (BSS — Base Station Subsystem),
- подсистема коммутации (NSS — Network Switching Subsystem),
- центр технического обслуживания (OMC — Operation and Maintenance Centre).

В отдельный класс оборудования GSM выделены терминальные устройства — подвижные станции (MS — Mobile Station), также известные, как мобильные (сотовые) телефоны.

Базовая станция состоит из собственно базовых станций и контроллеров базовых станций. Область, покрываемая сетью GSM, разбита на соты шестиугольной формы. Диаметр каждой шестиугольной ячейки может быть разным — от 400 м до 50 км. Максимальный теоретический радиус ячейки составляет 120 км, что обусловлено ограниченной возможностью системы синхронизации к компенсации времени задержки сигнала. Каждая ячейка покрывается одной станцией, при этом ячейки частично перекрывают друг друга, тем самым сохраняется возможность передачи обслуживания мобильных телефонов при перемещении ее из одной соты в другую без разрыва соединения. Каждая база имеет шесть соседей в связи с тем, что в задачи планирования размещения станций входила минимизация зон перекрывания сигнала от каждой станции. Большее число соседних станций, чем 6, особых выгод не несет.

Контроллер базовых станций контролирует соединения между станциями и подсистемой коммутации. В его полномочия также входит управление очередностью соединений, скоростью передачи данных и распределение радиоканалов.

Подсистема коммутации контролирует определенную географическую зону с расположенными на ней базовыми станциями. Она осуществляет установку соединения к абоненту и от него внутри сети GSM, обеспечивает интерфейс между GSM и стационарными телефонами, другими сетями радиосвязи, сетями передачи данных. Также выполняет функции маршрутизации вызовов, управление вызовами, эстафетной передачи обслуживания при перемещении мобильного телефона из одной ячейки в другую. После завершения вызова коммутатор обрабатывает данные по нему и передает их в центр расчетов для формирования счета за предоставленные услуги, собирает статистические данные. Коммутатор также постоянно следит за положением сотового телефона, что

необходимо для быстрого нахождения и установления соединения с абонентом в случае его вызова.

Домашний реестр местоположения содержит информацию о предоставляемых данному абоненту услугах, информацию о состоянии каждого абонента, необходимую в случае его вызова, а также Международный Идентификатор Мобильного Абонента, который используется для его авторизации.

Гостевой реестр местоположения обеспечивает мониторинг передвижения абонентов из одной зоны в другую, в том числе абонентов других систем GSM — так называемых роумерах.

Реестр идентификации оборудования содержит базу данных, необходимую для установления подлинности мобильного телефона по IMEI (International Mobile Equipment Identity). Формирует три списка: белый (допущен к использованию), серый (некоторые проблемы с идентификацией) и черный (телефоны, запрещенные к применению). У российских операторов (и большей части операторов стран СНГ) используются только белые списки, что не позволяет раз и навсегда решить проблему кражи мобильных телефонов. В случае занесения владельцем своего, но уже украденного у него, телефона в черный список, телефон перестает работать и, следовательно, не представляет для воров никакого коммерческого интереса.

Центр авторизации производит операцию авторизации SIM-карты (Subscriber Identity Module) абонента. Доступ к сети разрешается только после прохождения SIM процедуры проверки подлинности.

7.3 Сотовый телефон

Сотовый телефон — вид мобильного телефона, коммуникационное устройство, использующее симбиоз радиоприемопередатчика, микрокомпьютера и традиционной телефонной коммутации для осуществления телефонной связи на территории (зоны покрытия), состоящей из «сот», окружающих базовые станции сотовой сети.

В настоящее время сотовая связь — самая распространенная из всех видов мобильной связи, поэтому обычно мобильным телефоном называют сотовый телефон, хотя мобильными телефонами помимо сотовых являются также спутниковые телефоны, радиотелефоны и аппараты магистральной связи.

Помимо обычных сотовых телефонов существуют:

Камерофоны — мобильные телефоны с функцией фотоаппарата и/или видеокамеры. В настоящее время вышло из обихода, поскольку большинство современных аппаратов оснащено встроенными фото/видео-камерами. Тем не менее, так часто называют телефоны с расширенными фотовозможностями.

Смартфоны — мобильные телефоны с операционной системой: Symbian OS, Windows Mobile, Palm OS, GNU/Linux и т.п. Такие телефоны позволяют устанавливать новые программы, расширяющие их функциональность: IM-клиенты, офисные пакеты, планировщики, аудио и видеопроигрыватели, программы управления звонками, браузеры и т.д. Для смартфонов существуют вирусы (в то время как в обычные телефоны невозможно внедрить деструктивный код). Часто пользователи мобильных телефонов называют вирусами программы, написанные на Java, задача которых в основном в том, чтобы отправлять недешевые SMS-сообщения на платные номера.

Коммуникаторы — карманные компьютеры (КПК) с функциями телефона. Работают под управлением операционных систем: SymbianOS, Windows Mobile, Palm OS, GNU/Linux и т.п. Обладают широчайшим набором функций. В настоящее время коммуникаторы от смартфонов отличаются прежде всего форм-фактором: форм-фактор коммуникаторов ближе к КПК, а смартфонов — к традиционным телефонам. Важными отличиями смартфонов от коммуникаторов считают наличие у последних сенсорного экрана, а также возможность смены операционной системы (на коммуникаторах это может сделать любой пользователь). Возможности коммуникаторов, как и любых «старших» компьютеров, зависят от установленных программ и «железа».

Плеерфоны — мобильные телефоны с функцией MP3-плеера.

Основные форм-факторы сотовых телефонов:

Классический (моноблок) (Nokia 3310, Siemens S65, Motorola m3788).

С флипом — с откидной крышкой, закрывающей клавиатуру. Обычно на этой крышке располагают микрофон, что позволяет телефону иметь удобное расстояние между микрофоном и динамиком, даже при небольшом размере телефона. Одно время телефоны в данном форм-факторе были очень популярны. На данный момент этот форм-фактор почти не используется, это произошло из-за распространения телефонов в форм-факторе «раскладушка» и падения цен на них (Ericsson T10, Sony Z5, Motorola m3688).

«Раскладушка» — складной корпус, состоящий из двух частей и напоминающий блокнот или пудреницу. Обычно на верхней крышке находится дисплей и динамик, а в нижней части — клавиатура и микрофон. Помимо внутреннего (основного) дисплея, телефон в данном форм-факторе часто имеет и внешний дисплей, доступный в сложенном состоянии (Motorola V600, SonyEricsson Z200). Обычно раскладушки раскрываются на угол меньше 180°, но существуют и модели этого форм-фактора раскладываемые на 180°.

Слайдер состоит из двух частей, сдвигающихся друг относительно друга (Samsung SGH-D500, Nokia 8910, LG G7050).

Псевдораскладушка похожа на «раскладушку», но экран находится в нижней ее части, а на откидной крышке только динамик. В отличие от флипа, верхняя крышка такого форм-фактора закрывает и дисплей. Часто в верхней крышке оставляют отверстие или делают часть крышки (а иногда и всю) прозрачной, чтобы можно было видеть дисплей в закрытом состоянии (Fly S1190, Motorola A760).

Ротатор с поворотным механизмом (Siemens SK65, Motorola V70, Motorola V80).

Dual-hinge — корпус, который может являться как горизонтальной, так и вертикальной «раскладушкой». Применяется в коммуникаторах: вертикальное открытие дает доступ к телефонным функциям, а горизонтальное — к большому экрану и полноценной алфавитной клавиатуре (Motorola MPx).

Lipstick — корпус, по форме напоминающий тюбик губной помады, пенал или авторучку. Обладает нетрадиционными органами управления. Применяется в имиджевых моделях (Nokia 7280, Nokia 7380).

Стационарный аналогичен обычному проводному телефону. Используется вместо обычного телефона там, где его проведение невозможно или нецелесообразно. Интересно, что такие аппараты не являются мобильными телефонами, хотя являются сотовыми.

Автомобильный аналогичен стационарному, только предназначен для установки в автомобиль и обычно оптимизирован для удобной работы в автомобиле. Питание происходит от автомобильного аккумулятора (Nokia 810).

К сожалению, надежных научных исследований по поводу возможного вреда от мобильных телефонов не проводилось. Нагрев, связанный с работой радиопередатчика, намного меньше, чем нагрев от Солнца. Но роговика глаза не имеет механизма терморегуляции, поэтому некоторые исследования говорят об опасности развития катаракты при длительном использовании мобильного телефона. В 2005 г. китайские исследователи пришли к выводу, что излучение мобильного телефона может привести к повреждению ДНК.

В некоторых странах существуют нормы, ограничивающие использование аппаратов, имеющих слишком высокий уровень излучения.

Напряженность поля, создаваемого базовыми станциями, пренебрежимо мала по сравнению с полем, создаваемым терминалами. Мощность передатчика

базовой станции не превышает 300 Вт (для станций, установленных в чистом поле). Причем в сетях 3G она даже меньше, чем в сетях 2G. Интересно, что увеличение плотности базовых станций приводит к уменьшению напряженности поля (во-первых, так как станции приходится обслуживать меньшую площадь, мощность передатчика устанавливается на меньшую отметку; во-вторых, в густонаселенных районах применяют направленные антенны). Единственные люди, для кого базовые станции действительно вредны — это обслуживающий персонал. Оборудование отключается не всегда, и бывают случаи, когда ремонтник работает на включенной антенне.

Радиотелефоны (состоящие из радиотрубки и базового модуля, подключенного к городской телефонной сети) имеют намного (около 100 раз) меньшие уровни излучения, чем сотовые телефоны, так как радиус их действия ограничивается десятками метров. Поэтому радиотелефоны безопасны.

Разговор по телефону во время вождения приводит к повышенному риску аварии. Во многих странах запрещено разговаривать по мобильному телефону во время вождения. Инструкции к мобильным телефонам рекомендуют разговаривать по гарнитуре или через комплект громкоговорящей связи, или съехать на обочину и только тогда ответить на звонок. Но даже с этими устройствами водитель все равно отвлекается, и риск попасть в аварию повышается вчетверо (по сравнению с теми, кто не говорит по телефону).

Поскольку размеры мобильных телефонов постоянно уменьшаются, а потребляемая мощность повышается, повышается и емкость аккумуляторов. Иногда встречаются случаи взрыва аккумуляторов. Такие случаи очень редки, причем взрываются в основном поддельные аккумуляторы, не сертифицированные производителем.

Излучение мобильного телефона может привести к нарушению работы сложного медицинского оборудования, поэтому не стоит пользоваться мобильными телефонами в больницах. Также людям, которые используют кардиостимуляторы, производители рекомендуют носить телефон со стороны, противоположной кардиостимулятору (например, если он вшит слева, телефон надо держать на правой стороне).

Людям, использующим слуховые аппараты, следует испытать телефон, прежде чем покупать его, так как некоторые модели телефонов создают помехи для слуховых аппаратов, и абонент слышит посторонние шумы. Подобный эффект наблюдается при работе сотовых телефонов вблизи звукоусиливающей аппаратуры.

При использовании сотовым телефоном нужно учитывать его «шпионские» функции: прослушивание разговоров и определение местоположения телефона. Все разговоры по телефону могут быть записаны операторами и предоставлены по запросу правоохранительным органам.

7.4 Мобильный интернет

7.4.1 GPRS

GPRS (англ. General Packet Radio Service — пакетная радиосвязь общего пользования) — надстройка над технологией мобильной связи GSM, осуществляющая пакетную передачу данных. GPRS позволяет пользователю мобильного телефона производить обмен данными с другими устройствами в сети GSM и с внешними сетями, в том числе Интернет. GPRS предполагает тарификацию по объему переданной/полученной информации, а не времени, проведенному в сети.

При использовании GPRS информация собирается в пакеты и передается через неиспользуемые в данный момент голосовые каналы. Такая технология предполагает более эффективное использование ресурсов сети GSM. При этом приоритет передачи — голосовой трафик или передача данных — выбирается оператором связи. Федеральная тройка в России использует безусловный приоритет голосового трафика перед данными, поэтому скорость передачи зависит не только от возможностей оборудования, но и от загрузки сети. Возможность использования сразу нескольких каналов обеспечивает достаточно высокие скорости передачи данных (до 171.2 кбит/с). Существуют различные классы GPRS, различающиеся скоростью передачи данных и возможностью совмещения передачи данных с одновременным голосовым вызовом.

GPRS по принципу работы аналогична Интернет: данные разбиваются на пакеты и отправляются получателю (необязательно одним и тем же маршрутом), где происходит их сборка. При установлении сессии каждому устройству присваивается уникальный адрес, что по сути превращает его в сервер.

7.4.2 EDGE

EDGE (англ. Enhanced Data rates for GSM Evolution) — цифровая технология для мобильной связи, которая функционирует как надстройка над 2G и 2.5G (GPRS) сетями. Эта технология работает в TDMA и GSM сетях. Для поддержки EDGE в сети GSM требуются определенные модификации и усовершенствования. EDGE был впервые представлен в 2003 году в Северной Америке.

EDGE обеспечивает передачу данных со скоростью до 474 кбит/с, соответствуя, таким образом, требованиям к сетям 3G. Данная технология также расширяет технологию передачи данных с коммутацией каналов, увеличивая пропускную способность этого сервиса.

8 Спутниковая система навигации

Спутниковая система навигации — комплексная электронно-техническая система, состоящая из совокупности наземного и космического оборудования, предназначенная для определения местоположения (географических координат и высоты), а также параметров движения (скорости и направления движения и т.д.) для наземных, водных и воздушных объектов.

Основные элементы спутниковой системы навигации:

- орбитальная группировка, состоящая из нескольких (от 2 до 30) спутников, излучающих специальные радиосигналы;
- наземная система управления и контроля, включающая блоки измерения текущего положения спутников и передачи на них полученной информации для корректировки информации об орбитах;
- приемное клиентское оборудование («спутниковые навигаторы»), используемое для определения координат;
- опционально: информационная радиосистема для передачи пользователям поправок, позволяющих значительно повысить точность определения координат.

Принцип работы спутниковых систем навигации основан на измерении расстояния от антенны на объекте (координаты которого необходимо получить) до спутников, положение которых известно с большой точностью. Таблица положений всех спутников называется альманахом, которым должен располагать любой спутниковый приемник до начала измерений. Обычно приемник сохраняет альманах в памяти со времени последнего выключения и если он не устарел — мгновенно использует его. Каждый спутник передает в своем сигнале весь альманах. Таким образом, зная расстояния до нескольких спутников системы, можно с помощью обычных геометрических построений на основе альманаха вычислить положение объекта в пространстве.

Метод измерения расстояния от спутника до антенны приемника основан на определенности скорости распространения радиоволн. Для осуществления возможности измерения времени распространения радиосигнала каждый спутник навигационной системы излучает сигналы точного времени в составе своего сигнала, используя точно синхронизированные с системным временем атомные часы. При работе спутникового приемника его часы синхронизируются с системным временем и при дальнейшем приеме сигналов вычисляется задержка между временем излучения, содержащимся в самом сигнале, и временем приема сигнала. Располагая этой информацией, навигационный приемник вычисляет координаты антенны. Для получения информации о скорости большинство навигационных приемников используют эффект Доплера. Дополнительно накапливая и обрабатывая эти данные за определенный промежуток времени,

становится возможным вычислить такие параметры движения, как скорость (текущую, максимальную, среднюю), пройденный путь и т.д.

В реальности работа системы происходит значительно сложнее. Ниже перечислены некоторые проблемы, требующие специальных технических приемов по их решению.

- Отсутствие атомных часов в большинстве навигационных приемников. Это обычно устраняется требованием получения информации не менее чем с трех (2-мерная навигация при известной высоте) или четырех (3-мерная навигация) спутников. При наличии сигнала хотя бы с одного спутника можно определить текущее время с хорошей точностью.
- Неоднородность гравитационного поля Земли, влияющая на орбиты спутников.
- Неоднородность атмосферы, из-за которой скорость и направление распространения радиоволн может меняться в определенных пределах.
- Отражение сигналов от наземных объектов, что особенно заметно в городе.
- Невозможность разместить на спутниках передатчики большой мощности, из-за чего прием их сигналов возможен только в прямой видимости на открытой местности.

В настоящее время работают или готовятся к развертыванию следующие системы спутниковой навигации:

NAVSTAR (GPS) принадлежит министерству обороны США, что считается другими государствами ее главным недостатком. Более известна под названием GPS. Единственная полностью работающая спутниковая навигационная система.

ГЛОНАСС принадлежит министерству обороны России. Является попыткой восстановить функционировавшую с 1982 года советскую систему. Находится на этапе повторного развертывания спутниковой группировки (оптимальное состояние орбитальной группировки спутников, запущенных в СССР, было в 1993-1995 гг.). Современная система, по заявлениям разработчиков наземного оборудования, будет обладать некоторыми техническими преимуществами по сравнению с NAVSTAR. Однако в настоящее время эти утверждения проверить невозможно ввиду недостаточности спутниковой группировки и отсутствия доступного клиентского оборудования.

Бэйдоу Развертываемая в настоящее время Китаем подсистема спутниковой навигации, предназначенная для использования только в этой стране. Особенность — небольшое количество спутников, находящихся на геостационарной орбите.

Galileo Европейская система, находящаяся на этапе создания спутниковой группировки.

8.1 GPS

Глобальная система позиционирования (GPS, Global Positioning System) является в наше время единственной полнофункциональной спутниковой навигационной системой. GPS использует от 24 до 32 навигационных спутников. Официальное название — NAVSTAR-GPS.

После того, как американские ВВС сбили корейский авиалайнер в 1983 г., президент Рональд Рейган издал указ о расширении GPS для гражданского использования.

Первая спутниковая навигационная система появилась в США в 1960 г. Однако, полноценная GPS система зародилась лишь в 1978 г.

Система GPS состоит из трех основных сегментов.

Космический сегмент представляет собой совокупность навигационных спутников. Первоначально система состояла из 24 спутников, вращающихся группами по 8 штук на трех круговых орбитах. Однако впоследствии они были перегруппированы по 6 на 4 орбитах. Спутники вращаются по своим орбитам так, что относительно звезд являются неподвижными. Таким образом, по крайней мере шесть спутников всегда являются видимыми для приемника.

С марта 2008 г. система GPS включает 31 активный спутник. Дополнительные семь спутников повышают точность измерения. Тридцать второй спутник отключен по причине некорректной работы с приемниками.

Контролирующий сегмент. Траектории спутников контролируются станциями ВВС США, находящимися в разных точках Земного шара. Информация о траектории отсылается в командный пункт космического отдела ВВС, откуда регулярно подается на навигационные спутники для внесения поправок. Эти поправки синхронизируются с атомными часами на борту спутника с точностью до наносекунд для коррекции параметров орбиты в базе данных спутника.

Маневрирование навигационных спутников нарушает стандарты GPS на точность координат, поэтому для смены орбиты спутник временно отключается, чтобы приемники сигнала не использовали его в своих расчетах. После завершения маневра и получения новых параметров орбиты с земных станций спутник снова активизируется.

Пользовательский сегмент представляет собой приемники GPS. Обычно приемник состоит из антенны, гетеродина, настроенного на частоту спутников, преобразователя сигнала и точных часов. Приемник характеризуется числом каналов — именно такое предельное количество спутников он может одновременно регистрировать. Существуют также GPS-приемники, посылающие сигнал для обработки компьютеру.

На точность определения местоположения при помощи GPS-приемника влияют следующие факторы:

- ионосферные помехи (± 5 м);
- погрешность параметров орбиты (± 2.5 м);
- погрешность атомных часов спутника (± 2 м);
- атмосферная дисторсия (± 1 м);
- ошибка за счет тропосферных явлений (± 0.5 м);
- ошибки вычислений (± 1 м).

Однако, даже если бы эти ошибки отсутствовали, в целях безопасности США ограничивает точность определения координат гражданских приемников GPS до 15 м. Кроме того, США оставляет за собой право в случае войны отключить функционирование GPS для гражданских приемников.

Для повышения точности определения координат используются следующие методы:

- длительное накопление сигналов от различных навигационных спутников;
- коррекция ионосферных помех за счет сравнения сигналов GPS на разных частотах (данная функция зарезервирована для военных и гражданским приемникам полноценно недоступна).

Применение GPS-навигации:

1. в военных целях:

- навигация даже в полной темноте;
- определение координат цели;
- ведение ракеты к цели;
- спасение катапультировавшихся летчиков и окруженных команд;
- разведка и картирование;
- часть GPS спутников оснащена детекторами, позволяющими локализовать взрывы ядерных боеголовок;

2. в гражданских целях:

- определение своего положения (полезно в походах, движении по автомагистралям, для ориентирования в незнакомых городах);
- определение скорости и направления своего движения;
- синхронизация часов.

Помимо собственно широты, долготы и высоты GPS-приемник способен сообщить:

- точное время (некоторые приемники имеют выход PPS);
- ориентацию по сторонам света (в моделях без встроенного компаса — только направление скорости при движении);
- высоту над уровнем моря (при условии приема сигнала более четырех спутников или при наличии встроенного баровысотомера);
- направление на точку с координатами, заданными пользователем;
- текущую скорость, пройденное расстояние, среднюю скорость;
- данные с информацией о состоянии дороги — пробки, дорожные работы и т.д. (в моделях, оснащенных ТМС-приемником и при наличии службы «Канал автодорожных сообщений»);
- текущее положение на электронной карте местности (модели, оснащенные картами);
- текущее положение относительно трека.

Информация о пути перемещения (трек) может быть скопирована в файл, а затем передана (в частности, через Интернет) другим пользователям GPS, желающим двигаться тем же маршрутом.

При использовании GPS-приставки информация выводится на КПК, сотовый телефон или компьютер, к которому подключена эта приставка, с помощью навигационного программного обеспечения. Физически соединение, как правило, осуществляется через последовательный порт (RS-232, USB, Bluetooth). Для связи GPS-приемника с компьютером может использоваться двоичный протокол производителя приемника (Garmin, Magellan и другие), при этом абсолютное большинство GPS-приемников поддерживают обмен информацией с помощью текстового протокола NMEA.

8.2 ГЛОНАСС

ГЛОНАСС (глобальная навигационная спутниковая система) — российская спутниковая система навигации. Основой системы должны являться 24 спутника, движущихся над поверхностью Земли в трех орбитальных плоскостях с наклоном 64.8° , и высотой 19100 км. Принцип измерения аналогичен американской системе GPS (NAVSTAR).

При доведении количества действующих спутников до 18 на территории России обеспечивается практически 100%-ная непрерывная навигация. На остальной части земного шара при этом перерывы в навигации могут достигать полутора часов. Практически непрерывная навигация по всей территории Земли обеспечивается при полной орбитальной группировке из 24 действующих

щих спутников. Реальное количество необходимых на орбите спутников равно 30 (включая резервные).

Первый спутник ГЛОНАСС был выведен Советским Союзом на орбиту 12 октября 1982 года. 24 сентября 1993 года система была официально принята в эксплуатацию. В 1995 году спутниковая группировка составила 24 аппарата. Впоследствии из-за недостаточного финансирования число работающих спутников сократилось.

В августе 2001 года была принята федеральная целевая программа «Глобальная навигационная система», согласно которой полное покрытие территории России планировалось уже в начале 2008 года, а глобальных масштабов система достигла бы к началу 2010 года. Для решения данной задачи планировалось в течение 2007, 2008 и 2009 годов произвести шесть запусков ракет-носителей, и вывести на орбиту 18 спутников. Таким образом к концу 2009 года группировка вновь насчитывала бы 24 аппарата.

В конце марта 2008 года совет главных конструкторов ГЛОНАСС, заседавший в Российском научно-исследовательском институте космического приборостроения, несколько скорректировал сроки развертывания космического сегмента ГЛОНАСС. Прежние планы предполагали, что на территории России системой станет возможно пользоваться уже к 31 декабря 2007 года; однако для этого требовалось 18 работающих спутников, из которых некоторые успели выработать свой гарантийный ресурс и прекратили работать. Таким образом, хотя в 2007 году план по запускам спутников ГЛОНАСС был выполнен (на орбиту вышли шесть аппаратов), орбитальная группировка по состоянию на 27 марта 2008 года включала лишь шестнадцать работающих спутников. По прогнозам, до конца 2008 года из системы будут выведены еще три старых аппарата.

На совете главных конструкторов ГЛОНАСС план развертывания системы был скорректирован с той целью, чтобы на территории России система ГЛОНАСС заработала хотя бы к 31 декабря 2008 года. Прежние планы предполагали запуск на орбиту двух троек новых спутников «ГЛОНАСС-М» в сентябре и в декабре 2008 года; однако в марте 2008 года сроки изготовления спутников и ракет были пересмотрены, чтобы ввести все спутники в эксплуатацию до конца текущего года. Предполагается, что запуски состоятся раньше на два месяца, и система до конца года в России заработает.

Впервые спутниковые навигаторы, рассчитанные на ГЛОНАСС, поступили в продажу 27 декабря 2007 года — это были спутниковые навигаторы Glospace.

По сообщению Вести-24, объем производства составляет полторы-две тысячи навигаторов в месяц, а вопрос обеспечения цифровыми картами поручено проработать Роскартографии. По сообщению РИА Новости от 20 мая 2008 года, важная проблема ГЛОНАСС состоит в нехватке электронных карт, и вице-премьер Сергей Иванов на совещании по развитию транспортной системы пове-

дал, что основные средства, выделяемые на ГЛОНАСС, пойдут именно на эту часть программы — на создание электронных карт.

В России навигационную аппаратуру выпускают порядка 10 предприятий (ЗАО «КБ „НАВИС“», ОАО «РИРВ», ОАО «МКБ „Компас“», ФГУП «НИИМА „Прогресс“», ФГУП «НИИ КП» и другие).

В настоящее время погрешность при определении координат космическими аппаратами ГЛОНАСС составляет порядка десяти метров. К 2010 году планируется обеспечить точность до пяти метров. Точность американской системы (GPS) при наземных уточняющих сигналах может достигать трех метров.

В настоящее время Информационно-аналитический центр ГЛОНАСС не публикует официальных сведений о доступности навигационных услуг. Однако, при помощи сведений о положении спутников и при помощи несложных формул, неофициальный сайт вычисляет и предлагает карты мгновенной и интегральной доступности спутников ГЛОНАСС. Эти карты свидетельствуют, что хотя состав орбитальной группировки действительно еще не обеспечивает на 100% доступность услуг ГЛОНАСС на территории страны (как и говорил Иванов), однако количество видимых над горизонтом в России спутников ГЛОНАСС уже, как правило, равняется четырем или более — и никогда не бывает меньше трех. По заявлениям продавцов прибора Glospace, для определения местоположения достаточно трех видимых спутников ГЛОНАСС, а четвертый дает уточнение о высоте. Отсюда нетрудно сделать вывод, что для ориентирования наземных пользователей (автомобилистов, грибников, туристов и т.п.) система вполне пригодна прямо сейчас, хотя при самолетовождении еще могут возникать определенные трудности.

Емельянов Эдуард Владимирович

Инновационные технологии в современном обществе
Лекции

Подписано в печать 15 октября 2008 г. Гарнитура Computer Modern.
Формат 60 × 80 1/16. Тираж 1 экз. Цена договорная.

Отпечатано в домашней типографии Емельянова Э.В.



(FDL) Емельянов Э.В., 2008