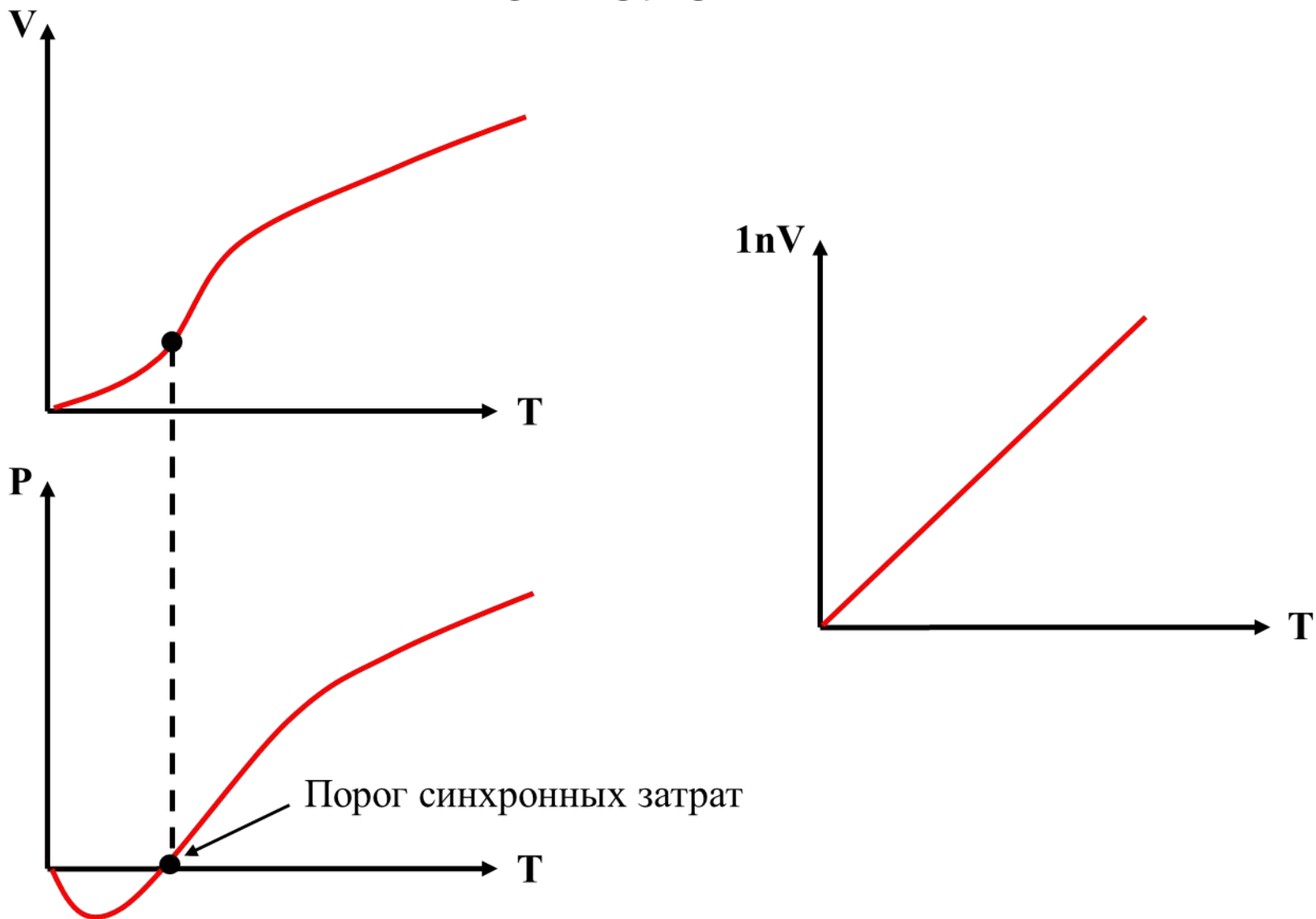
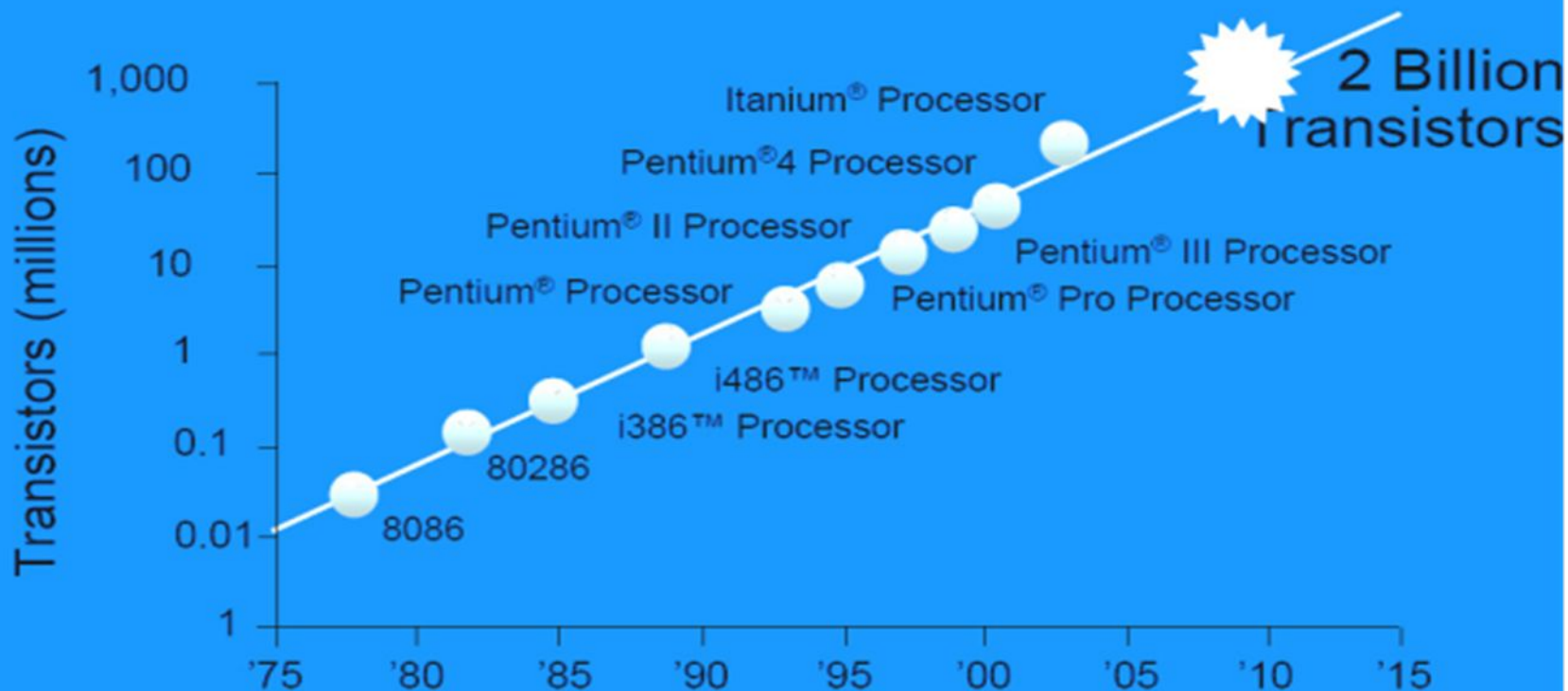


Типичный жизненный цикл развития технологий



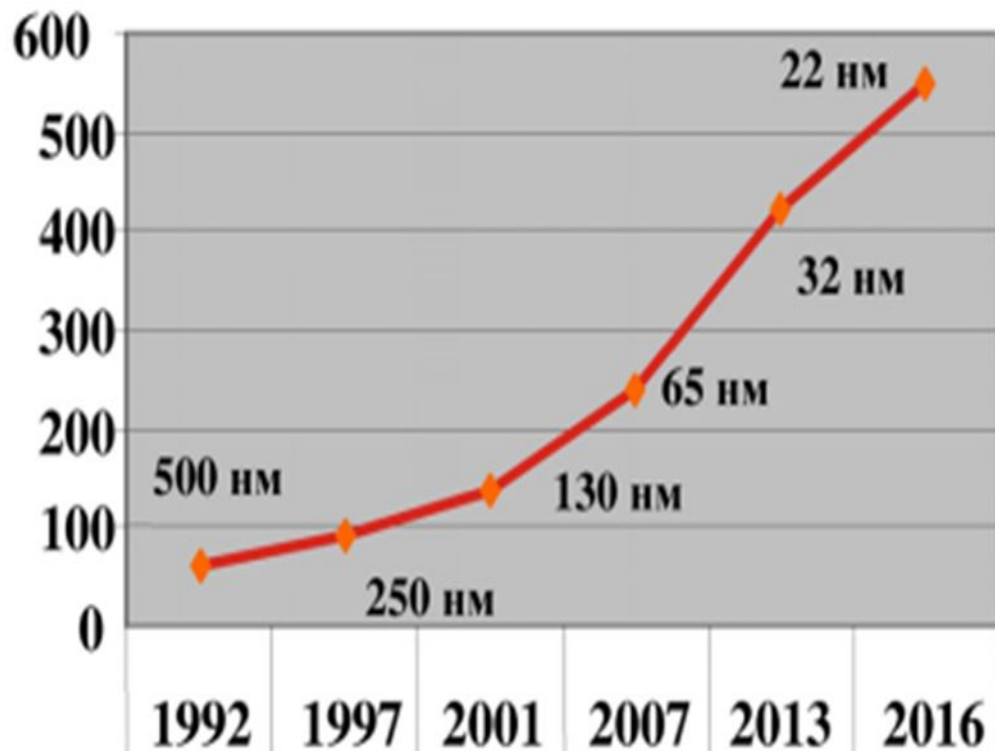
Динамика роста количества транзисторов



Source: Intel

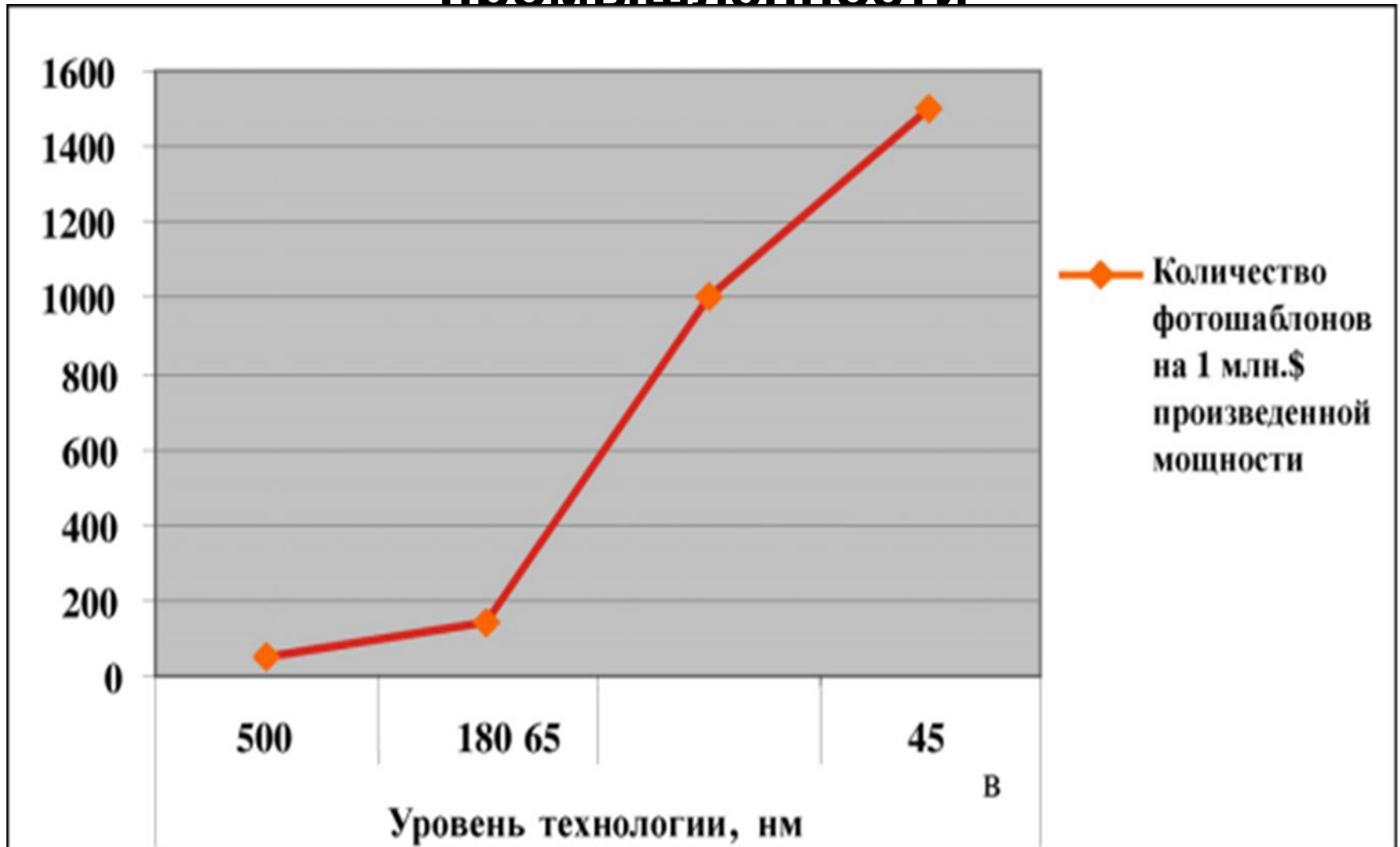
- Количество транзисторов на единице поверхности удваивается каждые 18 месяцев (закон Мура)

Средняя стоимость мини-фабрики для массового производства микросхем,

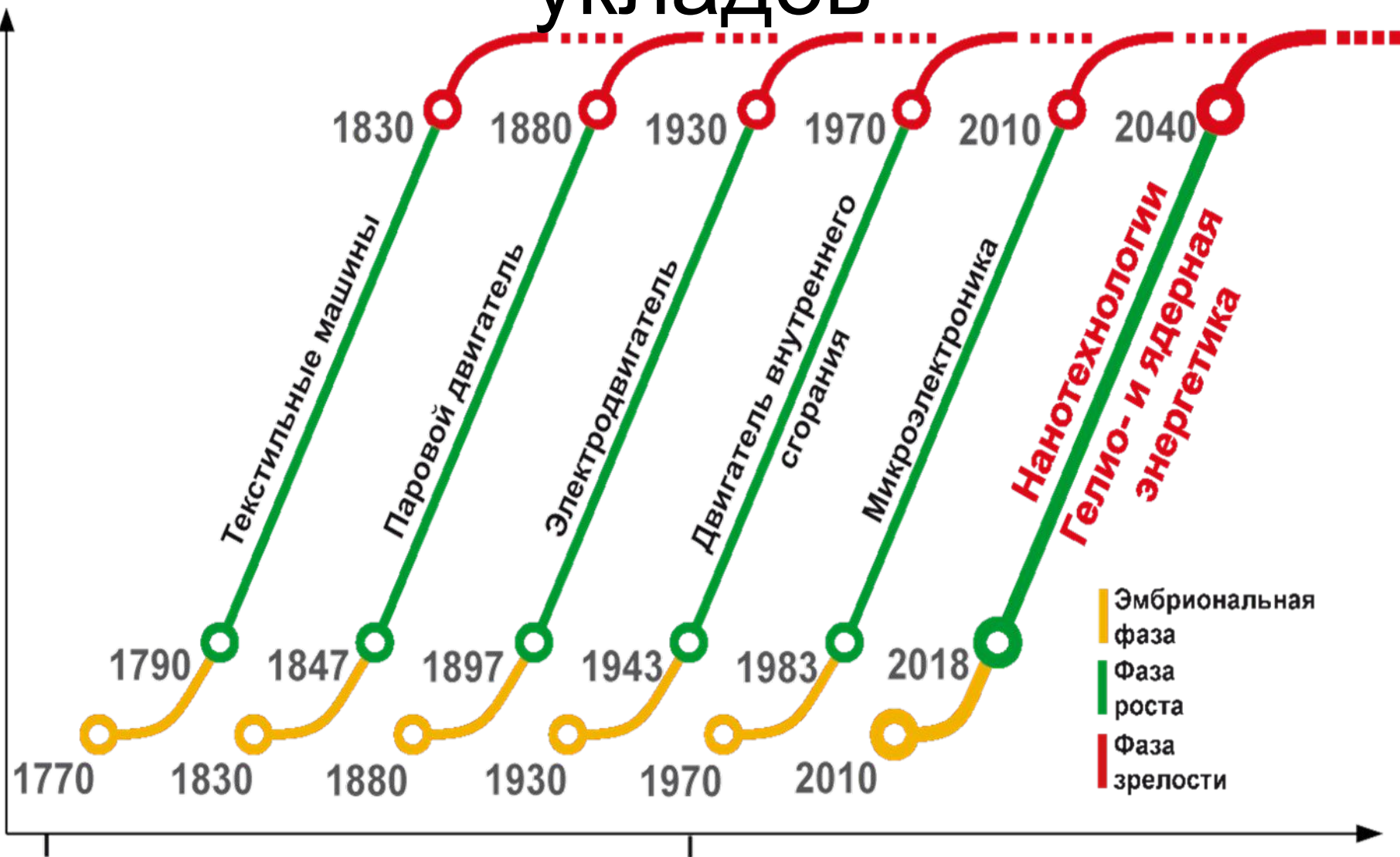


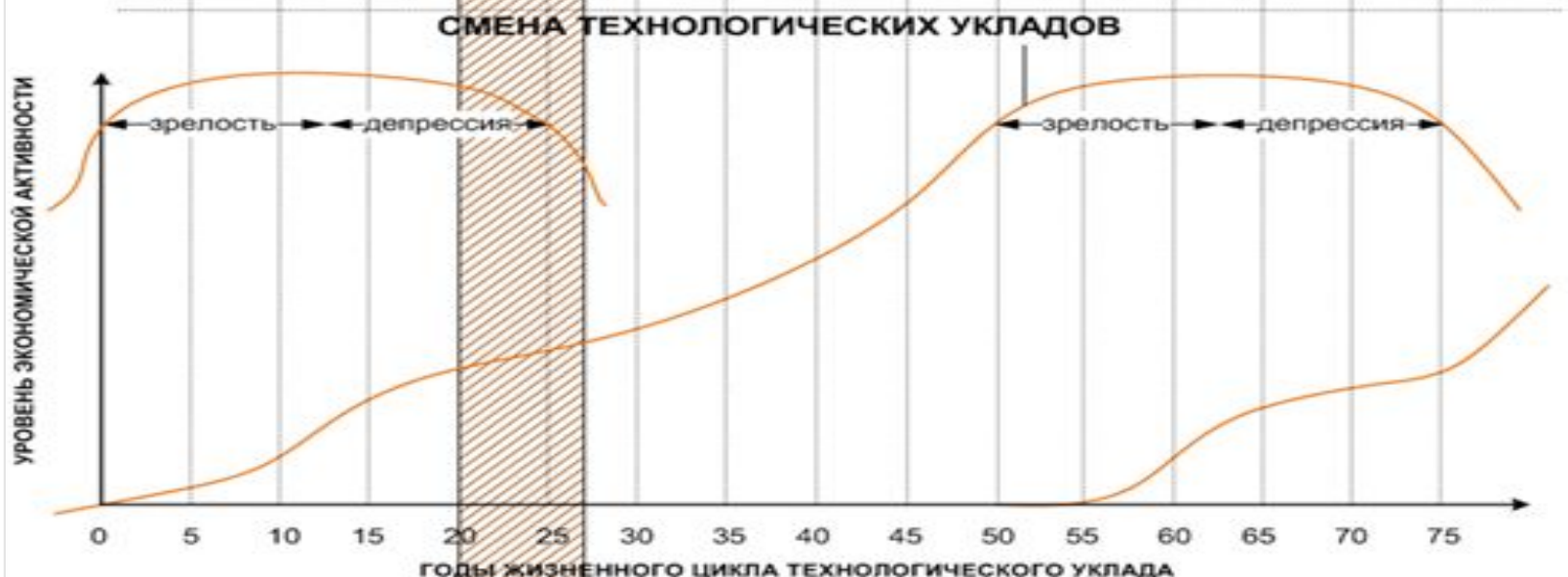
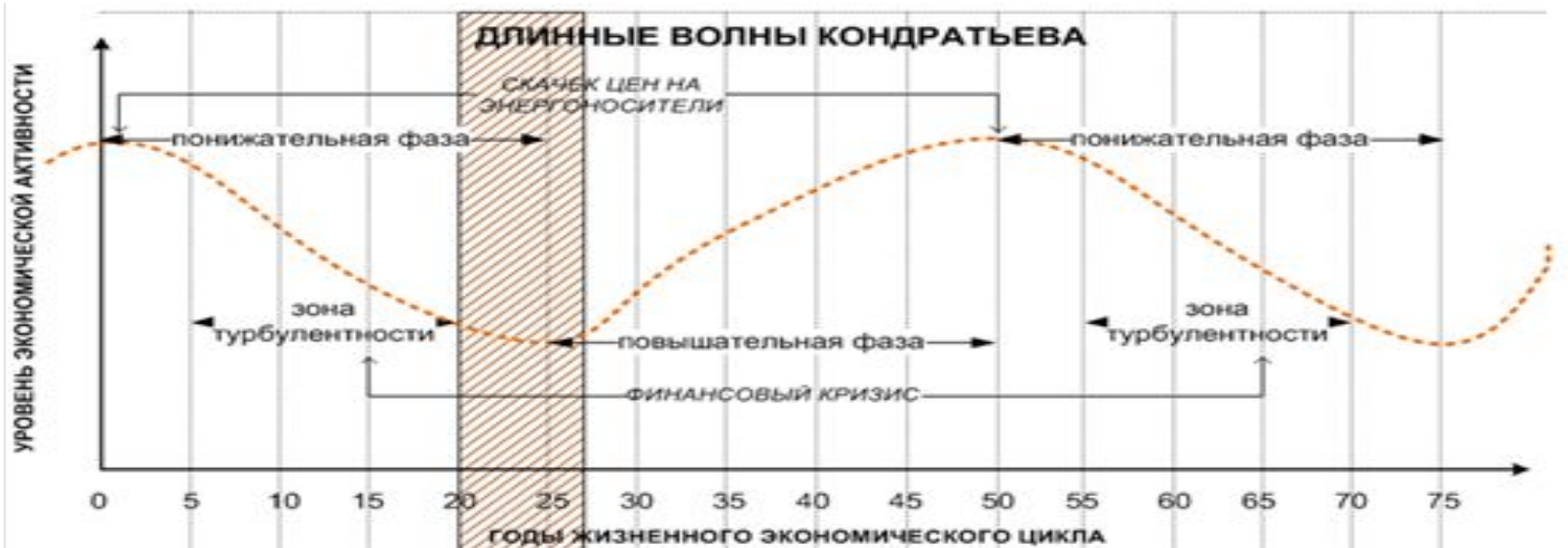
Год введения уровня технологии
в массовое производство

Удельная производительность оборудования в наноэлектронной промышленности



Смена технологических укладов





Длинные волны: научно-технический прогресс

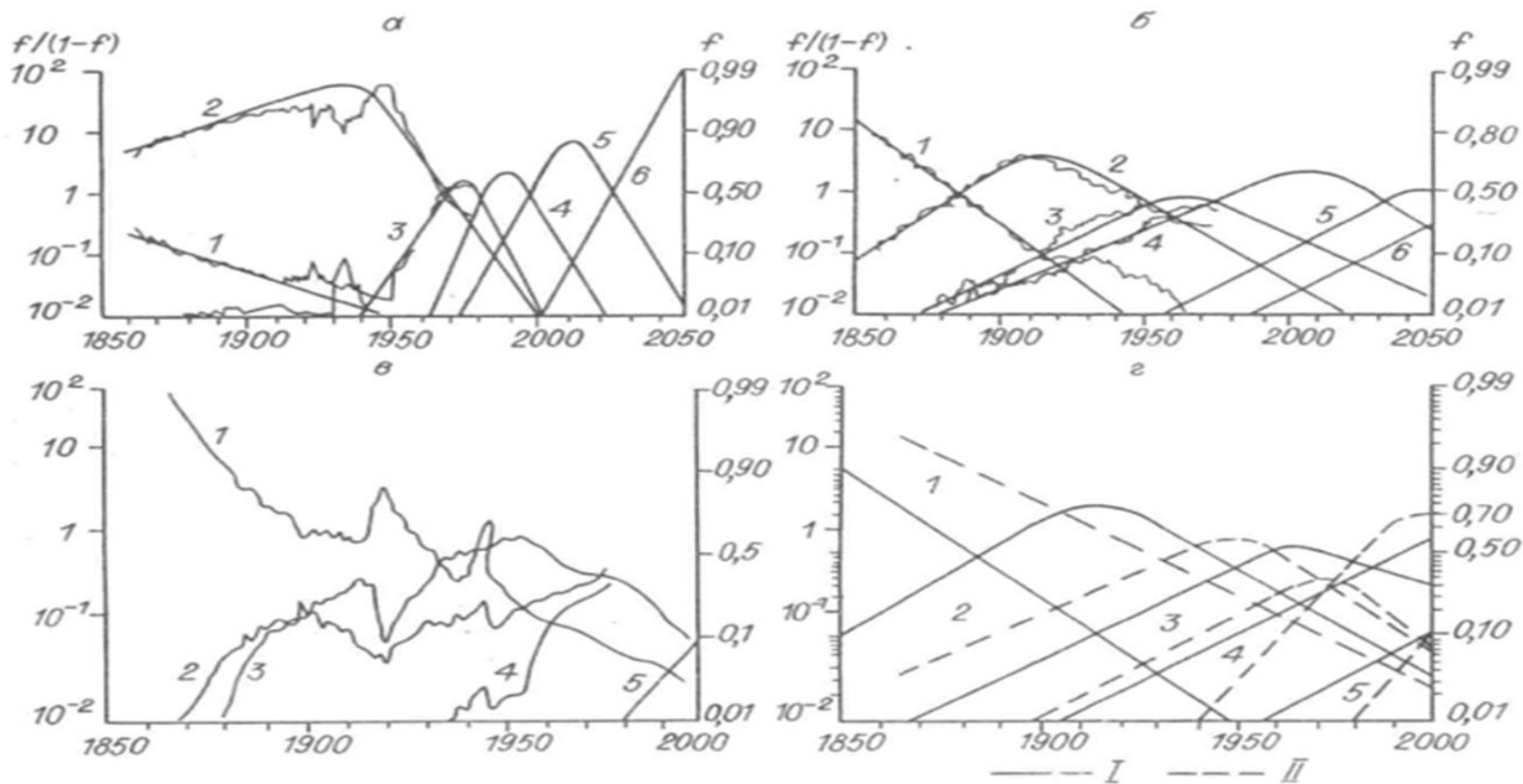


Рис. 17. Структура потребления первичных энергоносителей в отдельных странах (обозначения энергоносителей те же, что и к рис. 16).

а — ФРГ (источник: [Marchetti, Nakicenovic, 1979, p. 40]); *б* — США (источник: [Marchetti, Nakicenovic, 1979, p. 40]); *в* — СССР (источник: [Grubler, 1988]); *г* — структура потребления первичных энергоносителей в СССР и США, выравненные значения: I — США, II — СССР (источник: [Grubler, 1988]).

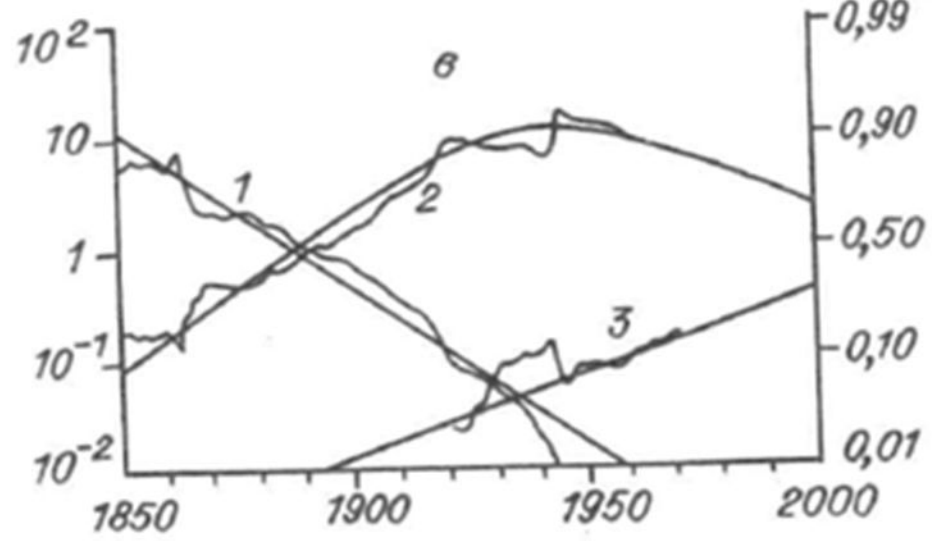
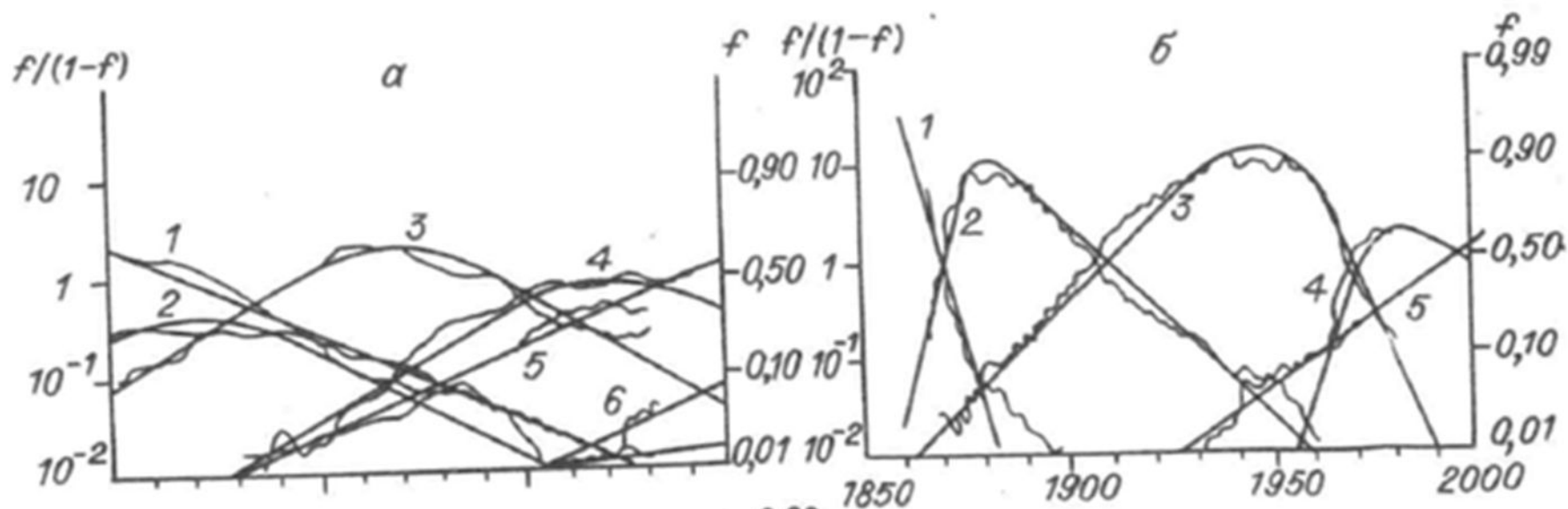


Рис. 40. Взаимосвязь долгосрочных технологических изменений в разных отраслях экономики США.

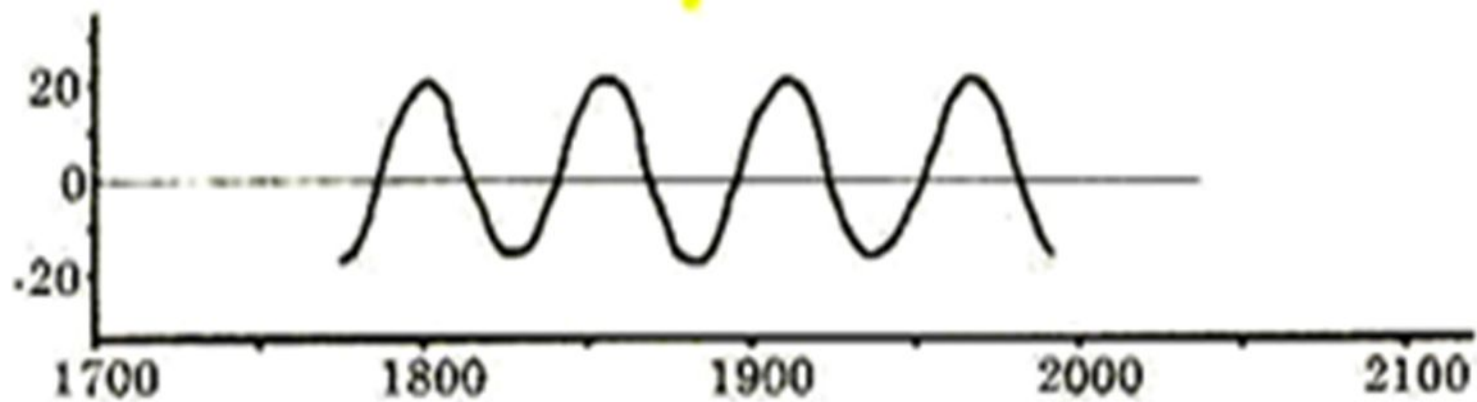
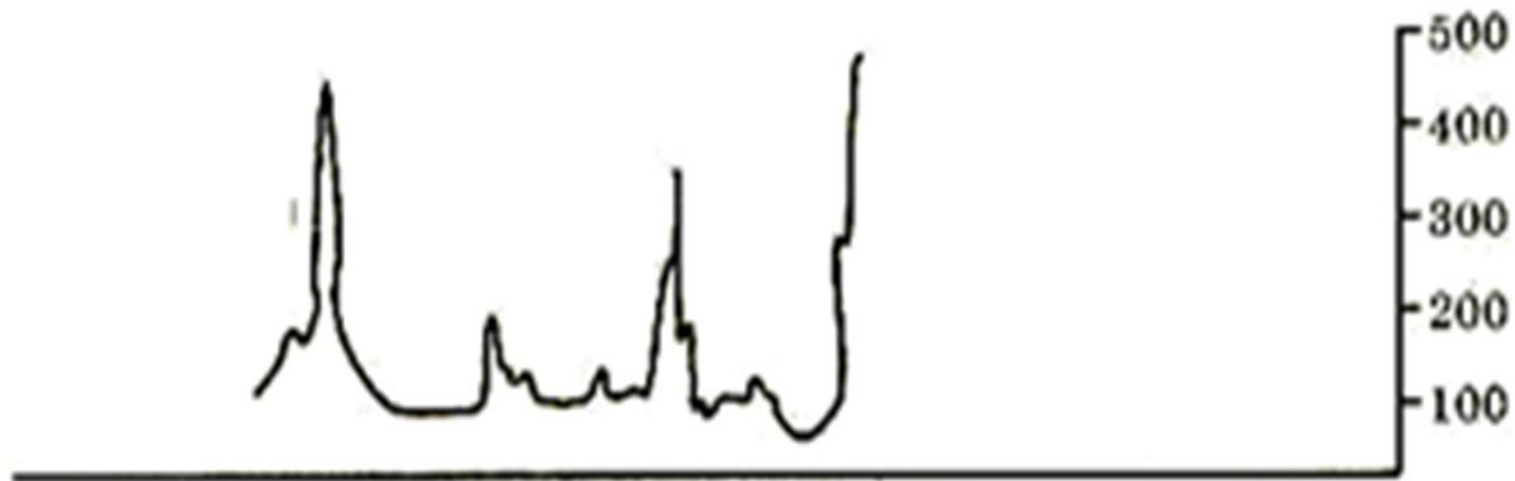
а — циклы замещения первичных энергоносителей: 1 — сено, 2 — древесина, 3 — уголь, 4 — нефть, 5 — газ, 6 — ядерное топливо (f — доля энергоносителя в общем объеме производства энергии);

б — замещение технологий в горной металлургии: 1 — тигельная, 2 — бессемеровская, 3 — кислородно-конверторная, 4 — мартеновская, 5 — электрическая (f — доля соответствующей технологии в общем объеме выплавляемой стали);

в — замещение технологий в водном транспорте: 1 — парусная, 2 — паровая, 3 — дизельная (f — доля тоннажных судов соответствующего типа в общем тоннаже зарегистрированных кораблей).

Источник: [Nakisenovics, 1987; Grubler, 1987].

Отклонение от тренда энергопотребления (внизу) и индекс цен (вверху)



Хронология и характеристики технологических укладов

Характеристики уклада	Номер технологического уклада					
	1	2	3	4	5	6
Период доминирования	1770–1830	1830–1880	1880–1930	1930–1970	1970 - 2010	2010–2050
Технологические лидеры	Великобритания, Бельгия	Великобритания, Франция, Бельгия, Германия, США	Германия, США, Великобритания, Франция	США, СССР, Западная Европа, Япония	США, ЕС, Япония	США, ЕС, Китай, Япония, Россия (?)
Развитые регионы	Европа	Европа	Европа и Россия, Северная Америка, Япония	Европа и СССР, Северная Америка, Япония, Новые индустриальные страны (НИС)	Европа и Россия, Северная Америка, НИС, Бразилия, Австралия	Евразия, Америка, Австралия
Ядро технологического уклада	Текстильная пр-ть, текстильное машиностроение, выплавка чугуна, обработка железа, строительство каналов, водяной двигатель	Паровой двигатель, железнодорожное строительство, транспорт, машино-, паростроение, угольная, станкоинструментальная пр-ть, черная металлургия	Электротехническое, тяжелое машиностроение, производство и прокат стали, линии электропередач, неорганическая химия	Автомобиле-, тракторостроение, цветная металлургия, производство товаров длительного пользования, синтетические материалы, органическая химия, производство и переработка нефти	Электронная пр-ть, вычислительная, опико-волоконная техника, программное обеспечение, телекоммуникации, роботостроение, производство и переработка газа, информационные услуги	Наноэлектроника, молекулярная и нанофотоника, наноматериалы и наноструктурированные покрытия, нанобиотехнология, наносистемная техника

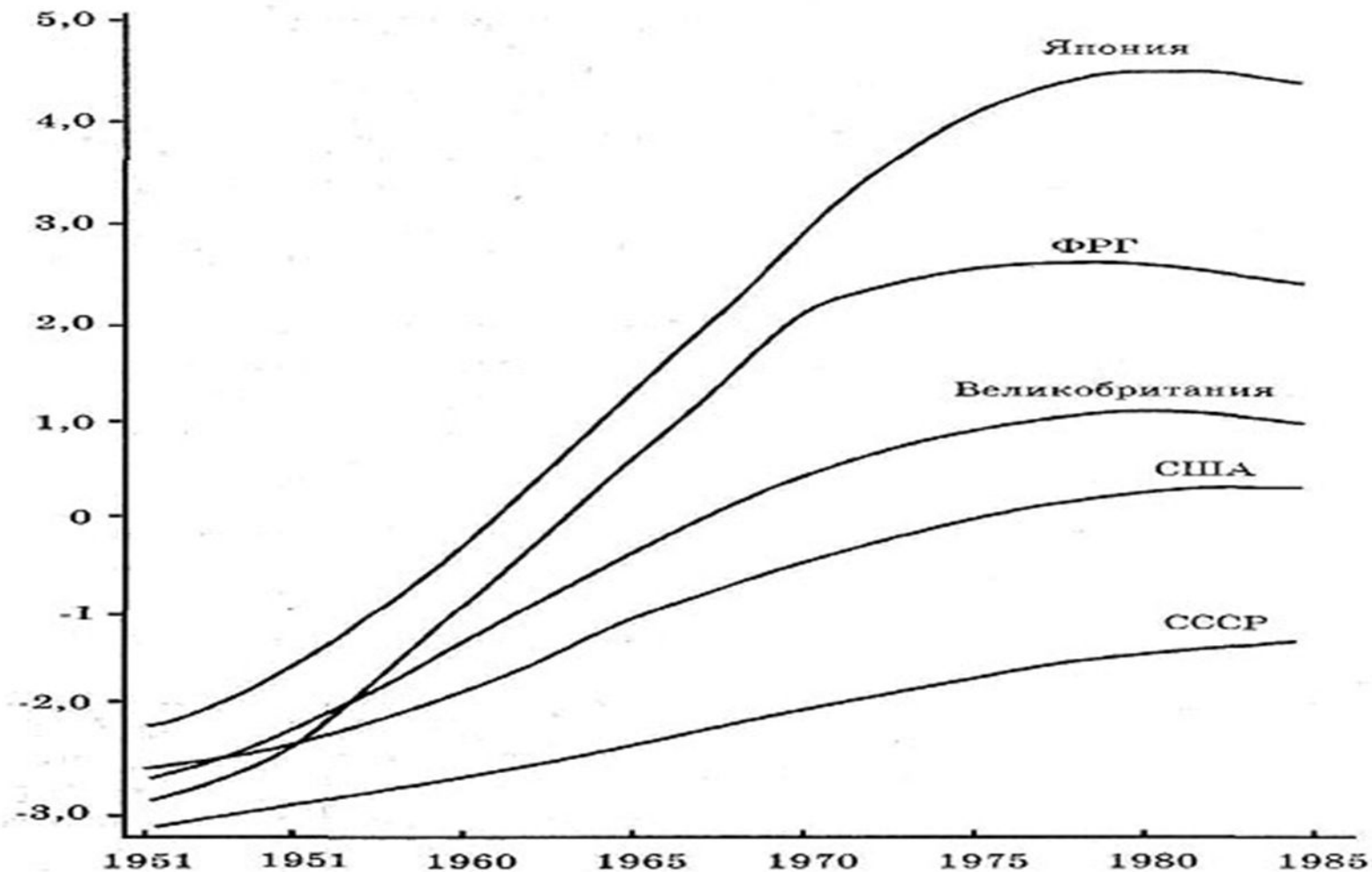
Ключевой фактор	Текстильные машины	Паровой двигатель, станки	Электродвигатель	Двигатель внутреннего сгорания, нефтехимия	Микроэлектронные компоненты	Нанотехнологии, клеточные технологии
Формирующееся ядро нового уклада	Паровые двигатели, машиностроение	Электроэнергетика, тяжелое машиностроение, неорганическая химия	Автомобилестроение, органическая химия, производство и переработка нефти, цветная металлургия, автостроительство	Радиоэлектроника, авиастроение, газовая промышленность	Нанотехнологии, молекулярная биология, геноинженерия	
Преимущества данного технологического уклада по сравнению с предшествующим	Механизация и концентрация производства на фабриках	Рост масштабов и концентрации производства на основе использования парового двигателя	Повышение гибкости производства на основе использования электродвигателя стандартизация производства, урбанизация	Массовое и серийное производство	Индивидуализация производства и потребления, повышение гибкости производства	Резкое снижение энерго и материалоемкости производства, конструирование материалов и организмов с заранее заданными свойствами

Институциональная структура технологических укладов

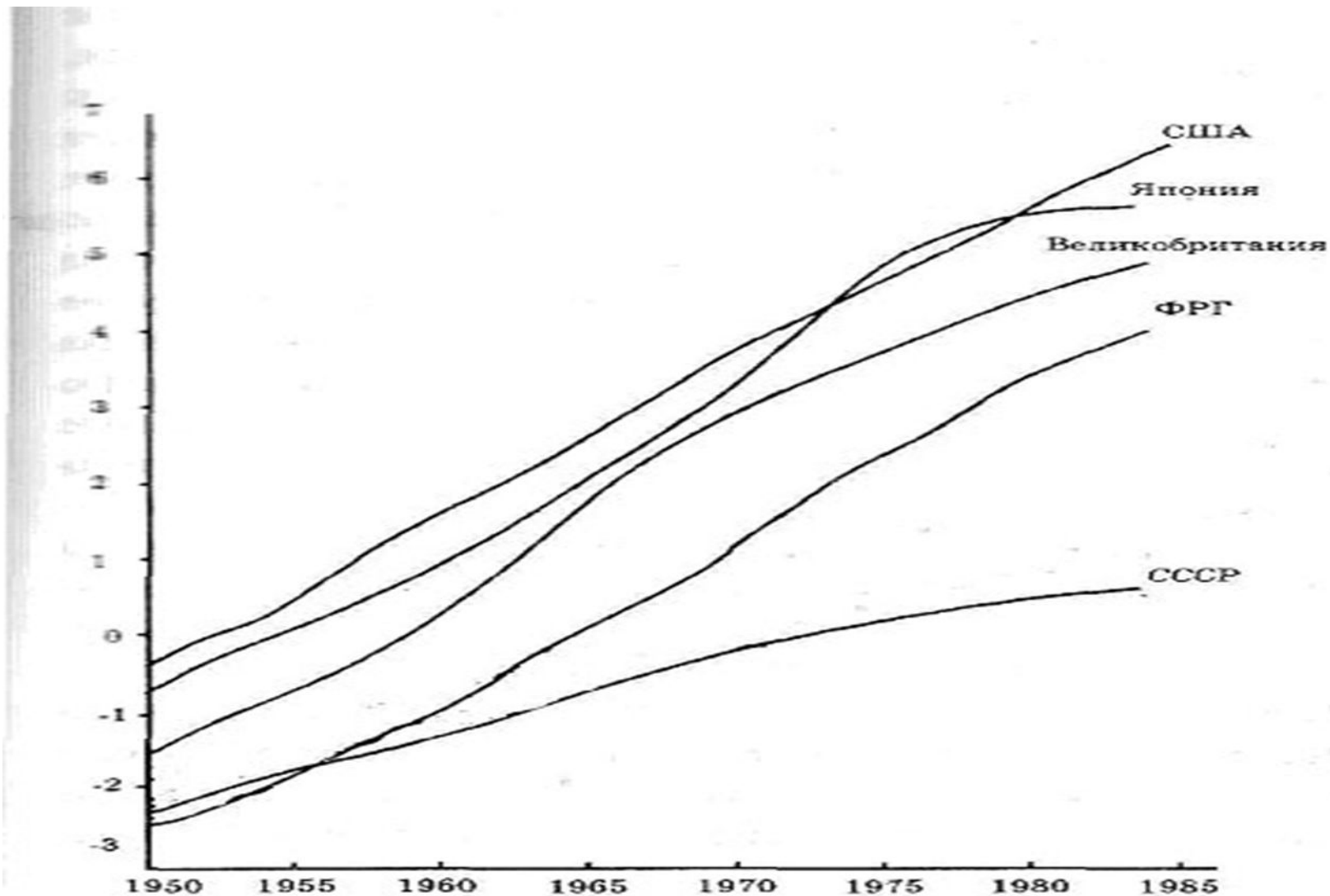
Социально-экономические характеристики укладов	Номер технологического уклада					
	1	2	3	4	5	6
Режимы экономического регулирования в странах-лидерах	Разрушение феодальных монополий, ограничение профессиональных союзов, свобода торговли	Свобода торговли, ограничение государственного вмешательства, появление отраслевых профессиональных союзов. Формирование социального законодательства	Расширение институтов государственного регулирования. Государственная собственность на естественные монополии, основные виды инфраструктуры, в том числе - социальной	Развитие государственных институтов социального обеспечения, военно-промышленного комплекса. Кейнсианское государственное регулирование экономики	Государственностимулирование НИОКР, рост расходов на образование и науку, либерализация регулирования финансовых институтов и рынков капитала	Стратегическое планирование научно-технического и экономического развития. Электронное правительство. Институты развития и фонды финансирования инновационной активности
Международные режимы экономического регулирования	Сочетание протекционизма внутренней и свободы внешней торговли	Свобода международной торговли. Государственная поддержка национальных монополий в области торговли	Империализм и колонизация	Экономическое и военное доминирование США и СССР	Доминирование финансовых институтов США. Региональные блоки, Либеральная Глобализация	Становление институтов глобального регулирования. Глокализация. Поливалютность мировой финансовой системы
Основные экономические институты	Конкуренция отдельных предпринимателей и мелких фирм, их объединение в партнерства, обеспечивающие кооперацию индивидуального капитала	Концентрация производства в крупных организациях. Развитие акционерных обществ, обеспечивающих концентрацию капитала на принципах ограниченной ответственности	Слияние фирм, концентрация производства в картелях и трестах. Господство монополий и олигополий. Концентрация финансового капитала в банковской системе. Отделение управления от собственности	Транснациональная корпорация, олигополии на мировом рынке. Вертикальная интеграция и концентрация производства. Дивизиональный иерархический контроль и доминирование техноструктуры в организациях	Международная интеграция на основе информационных технологий, интеграция производства и сбыта. Органичные структуры управления в корпорациях.	Стратегические альянсы. Интеграционные структуры бизнеса, науки и образования, технопарки, государственно-частное партнерство

<p>Организация инновационной активности в странах-лидерах</p>	<p>Организация научных исследований в национальных академиях и научных обществах, местных научных и инженерных обществах. Индивидуальное инженерное и изобретательское предпринимательство и партнерство. Профессиональное обучение кадров</p>	<p>Формирование научно-исследовательских институтов. Ускоренное развитие профессионального образования и его интернационализация. Формирование национальных и международных систем охраны интеллектуальной, собственности.</p>	<p>Создание внутрифирменных научно-исследовательских отделов. Использование ученых и инженеров с университетским образованием в производстве. Национальные институты и лаборатории. Всеобщее начальное образование.</p>	<p>Специализированные и научно-исследовательские отделы на фирмах. Государственное субсидирование военных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Вовлечение государства в сферу гражданских НИОКР. Развитие среднего, высшего и профессионального образования.</p>	<p>Горизонтальная интеграция НИОКР, проектирования производства. Вычислительные сети и совместные исследования. Государственная поддержка новых технологий и университетско-промышленное сотрудничество. Всеобщее высшее образование.</p>	<p>Переход к непрерывному инновационному процессу, отнесение расходов на НИОКР на себестоимость продукции. Коммерциализация науки и научно-производственная интеграция, Компьютерное управление жизненным циклом продукции.</p>
---	--	--	---	--	---	---

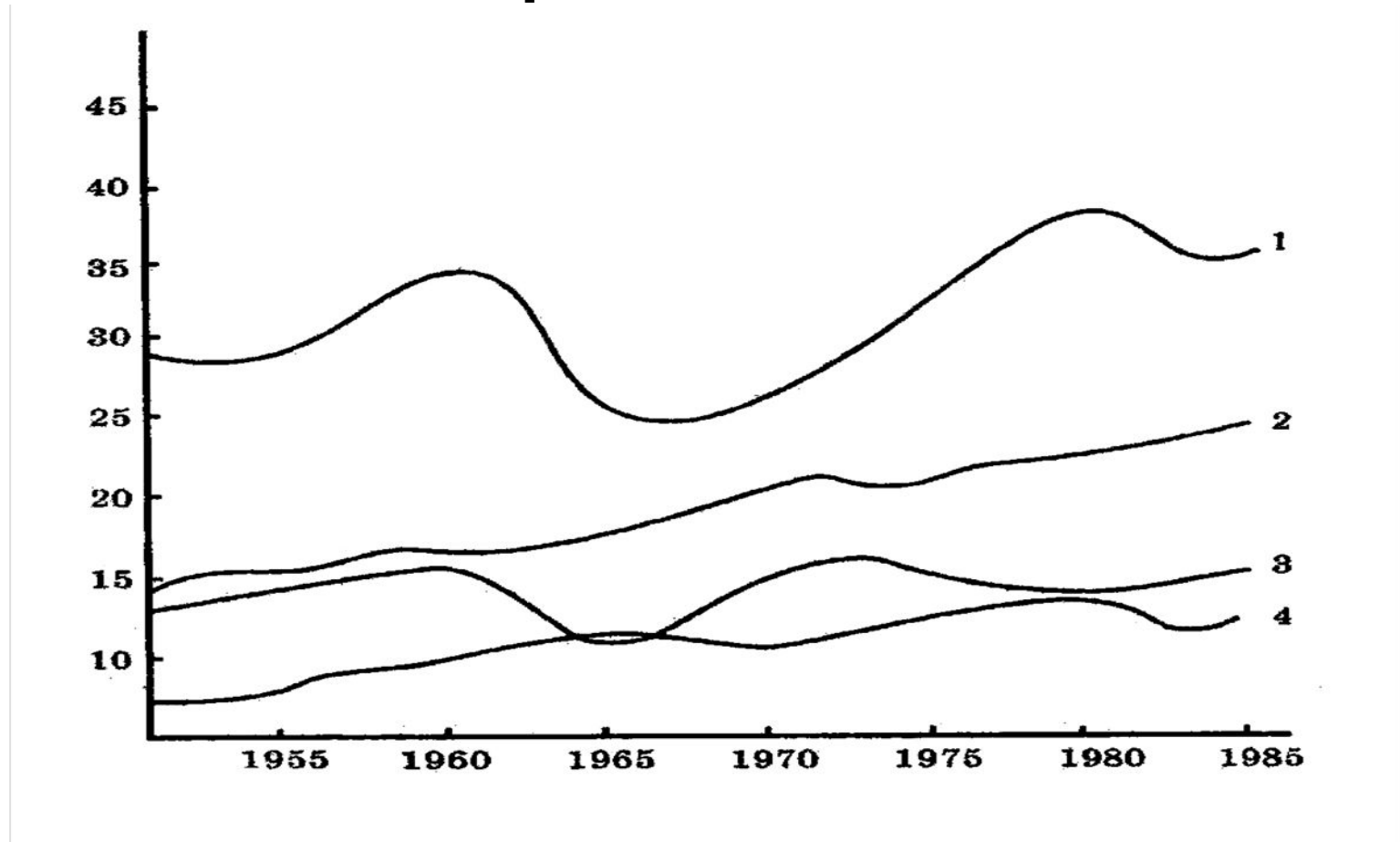
Обобщенный показатель роста четвертого ТУ



Обобщенный показатель роста пятого ТУ в фазе зарождения



Характеристики отставания по обобщенному показателю технико-экономического развития



- 1- Перспективное отставание СССР от США
- 2- Фактическое отставание СССР от США
- 3- Перспективное отставание СССР от Великобритании
- 4- Фактическое отставание СССР от Великобритании

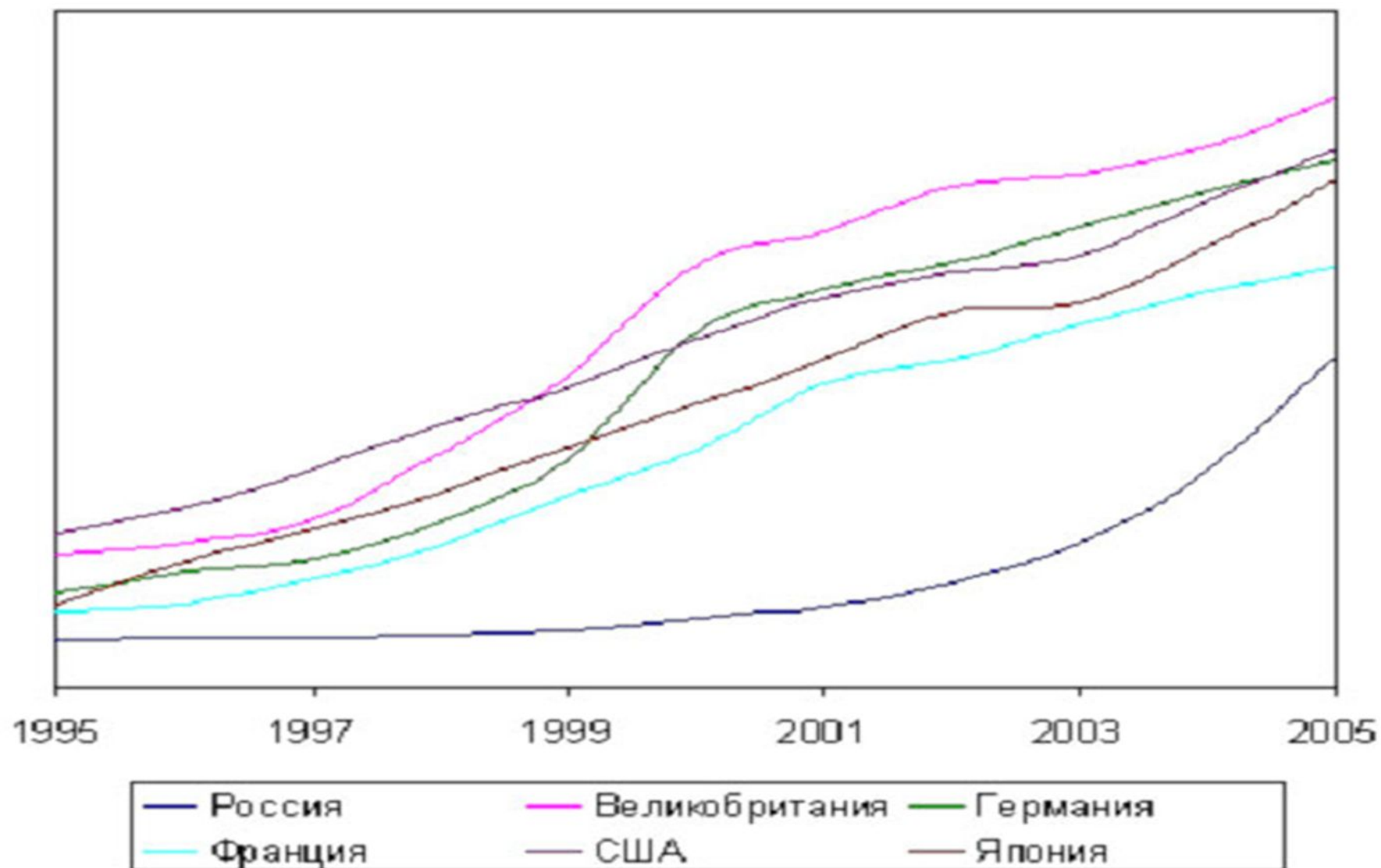


Рис. 2. Обобщенный показатель роста пятого технологического уклада в фазе зрелости

Структура нового (VI) технологического уклада

авиа-, судо-, автомобиле-, приборо-, станкостроение

солнечная энергетика

электроника

электротехника

атомная промышленность

ядерная энергетика



телекоммуникации

образование

химико-металлургический комплекс

ракето-космический комплекс

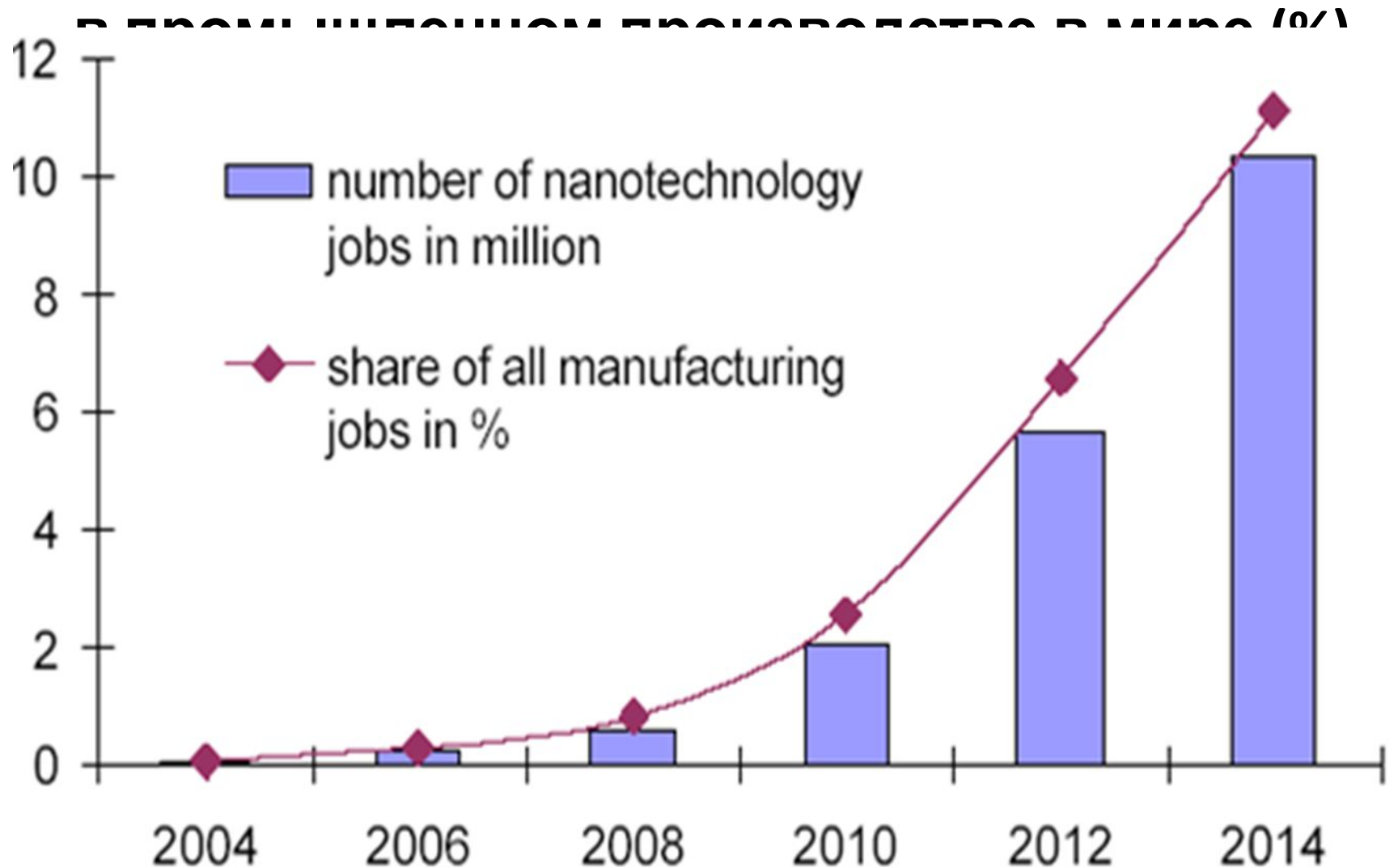
растениеводство

здравоохранение

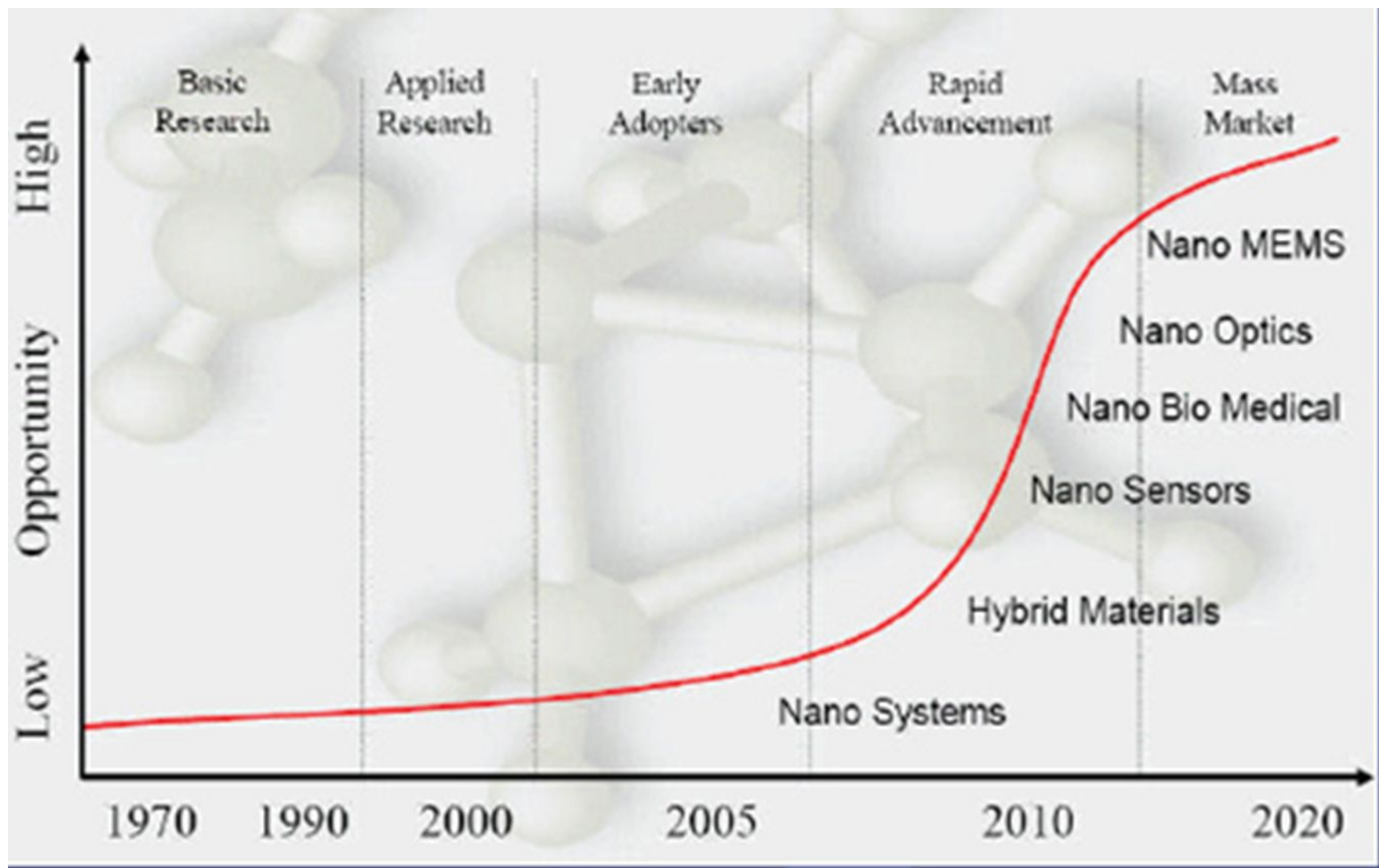
прирост: до 10% в год

несущие отрасли

Число работников в наноиндустрии (млн. человек) и доля этих работников среди занятых



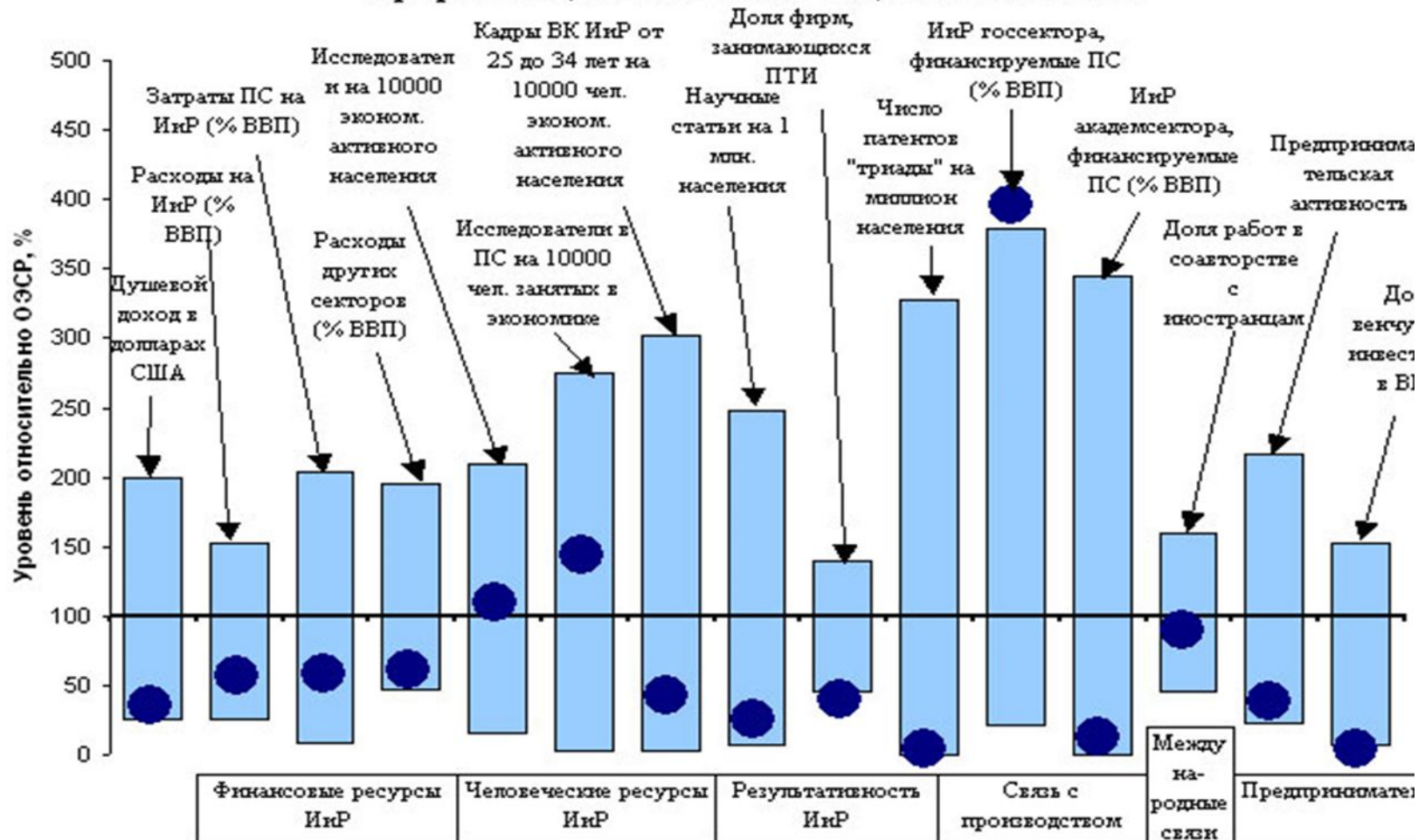
Периоды освоения нанотехнологий в медицине



Посевные площади под генно-модифицированными культурами в мире, млн. га



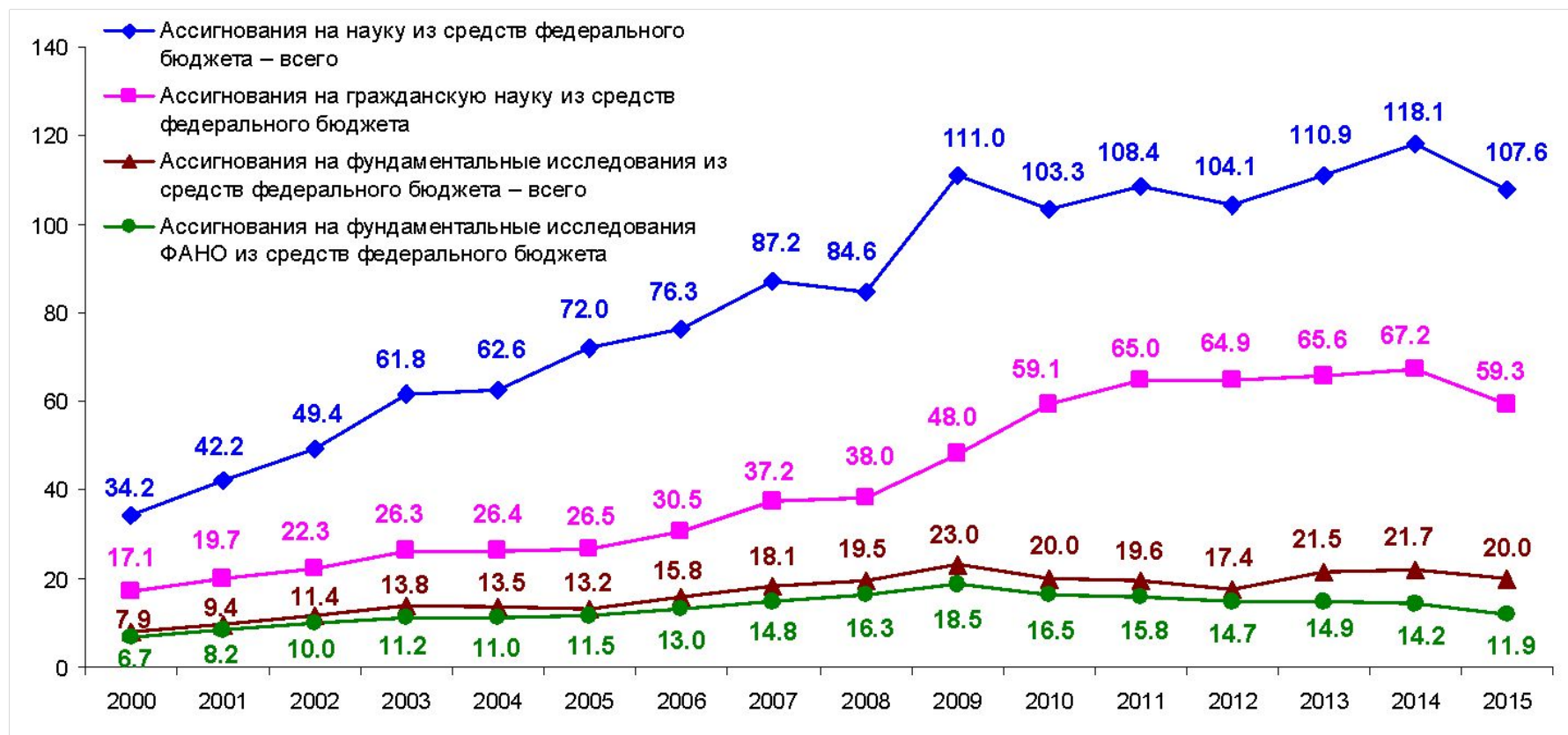
Профиль национальной инновационной системы



Источник: Голиченко О.Г.

Ассигнования на науку из средств федерального бюджета (в постоянных ценах 2000 г.)

Млрд руб.



Валовой внутренний продукт и общие расходы на науку крупнейших экономик мира (2014 г.)

	Валовой внутренний продукт		Внутренние затраты на исследования и разработки		Число публикаций**	
	Всего, млрд долл. США*	В процентах к мировому объему	Всего, млрд долл. США*	В процентах к мировому объему	Всего	В процентах к мировому числу публикаций
США	17348.1	15.99	465.0	26.77	373224	27.48
Япония	4656.4	4.29	166.9	9.61	77827	5.73
Корея	1683.9	1.55	72.3	4.16	49374	3.64
Канада	1601.8	1.48	25.8	1.49	61342	4.52
Страны ЕС	18749.2	17.29	363.0	20.90	481659	35.47
Германия	3757.1	3.46	106.8	6.15	100048	7.37
Франция	2604.2	2.40	58.8	3.38	69316	5.1
Великобритания	2597.4	2.39	44.2	2.54	104714	7.71
Страны БРИКС	32746.4	30.19	490.2	28.22	301088	22.17
Китай	18021.8	16.62	368.7	21.23	187766	13.83
Индия	7376.0	6.80	44.0	2.53	48685	3.58
Россия	4084.6	3.77	44.4	2.56	28317	2.09
Бразилия	3264.0	3.01	33.0	1.90	38084	2.80

* В расчете по паритету покупательной способности национальных валют.

** Включены статьи и обзоры только по естественным и техническим наукам.

Примечание: поиск данных выполнен 16.04.2013.

Источник: Россия – Росстат; OECD (2015), Main Science and Technology Indicators, № 2, Paris; Battelle, R&D Magazine; БД World Bank; БД «Web of Science».

Место России в мире по общему объему финансирования науки (по паритету покупательной способности)

	млрд. долл.
США	415,2
КИТАЙ	208,2
ЯПОНИЯ	146,5
ГЕРМАНИЯ	93,1
РЕСПУБЛИКА КОРЕЯ	59,9
ФРАНЦИЯ	51,9
ВЕЛИКОБРИТАНИЯ	39,6
ИНДИЯ	38,4
РОССИЯ (9-е место)	37,8

Место России в мире по общему объему финансирования фундаментальной науки (по паритету покупательной способности)

	млрд. долл.
США	77,9
ЯПОНИЯ	18,2
ФРАНЦИЯ	12,7
РЕСПУБЛИКА КОРЕЯ	10,8
КИТАЙ	10,2
ИТАЛИЯ	6,2
РОССИЯ (7-е место)	6,1

Прогноз внутренних затрат на исследования и разработки в процентах к валовому внутреннему продукту России и других стран

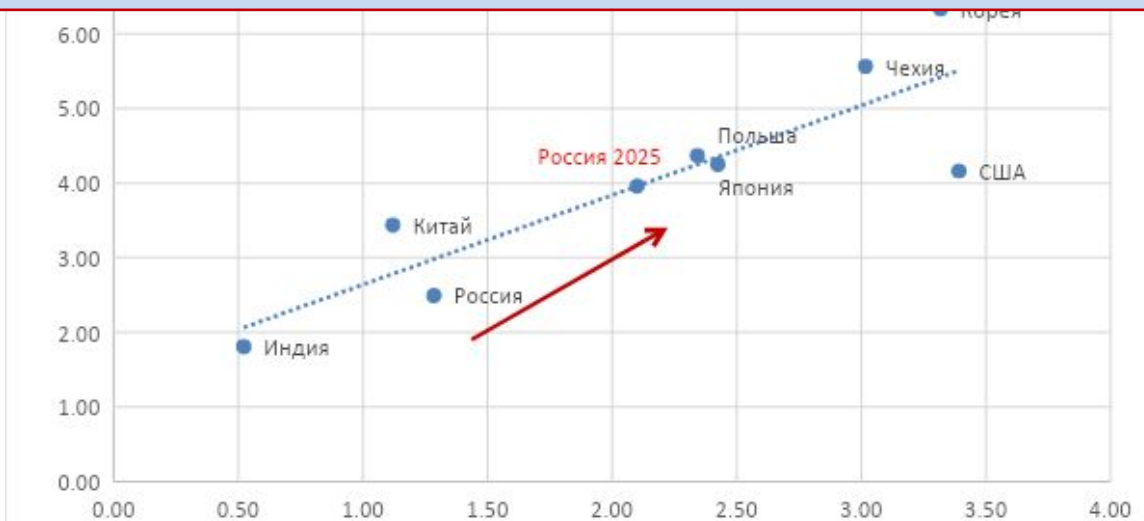
2012			2015			2020			2030		
1	Япония	3,35	1	Япония	3,42	1	Япония	3,49	1	Япония	3,6
2	Германия	2,98	2	США	3,0	2	США	3,15	2	США	3,3
3	США	2,79	3	Германия	2,92	3	Германия	3,14	3	Германия	3,3
4	Франция	2,29	4	Франция	2,35	4	Франция	2,5	4	Франция	3,0
5	Китай	1,98	5	Китай	2,2	5	Китай	2,5	5	Китай	2,9
6	Великобритания	1,73	6	Канада	1,92	6	Великобритания	2,15	6	Россия	2,5
7	Канада	1,69	7	Великобритания	1,85	7	Канада	2,15	7	Великобритания	2,5
8	Италия	1,27	8	Италия	1,50	8	Россия	1,8	8	Канада	2,4
9	Россия	1,12	9	Россия	1,11	9	Италия	1,8	9	Италия	2,1
10	Индия	0,85	10	Индия	1,05	10	Индия	1,45	10	Индия	1,8

Данные за 2012г.

Источник данных по зарубежным странам: OECD (2014), Main Science and Technology Indicators, №1 Paris

Требования к увеличению совокупных затрат

Параметры взаимосвязи между совокупными затратами на R&D в российской экономике в рамках конструктивного сценария развития (Россия -2025), (по оси X-отраслевой структуре производства, по оси Y –совокупный объем затрат на R&D к ВВП в %)



Параметры сценария (для обеспечения опережающих темпов роста, по сравнению с мировым ВВП, в период до 2025 г.

- Увеличение стоимостных объемов экспорта на фазе экспортной экспансии до 15% в год.
- Доля машиностроительных производств в структуре валового выпуска должна вырасти практически в 3 раза – с 3,2% в 2015 г. до 10% в 2025 г.
- Необходимые структурные сдвиги возможны при среднегодовых темпах роста ВВП не менее 4.5% в 2016-2025 гг.

- Если использовать взаимосвязи между структурными изменениями и совокупными затратами на R&D, полученные на основе межстрановых сопоставлений, то можно ожидать, что динамика структурных изменений в рассматриваемом варианте развития потребует поддержания совокупных затрат на НИОКР на уровне 3,5%-4% к ВВП.
- При сохранении равной пропорции отечественных и импортируемых затрат на R&D в среднесрочной перспективе возникает необходимость обеспечить рост внутренних затрат на R&D не менее, чем на 0,5-0,75 процентов от ВВП

Совокупные затраты на ИиР

Совокупные затраты на R&D в % к ВВП в российской экономике (расчет через статистику внешней торговли)



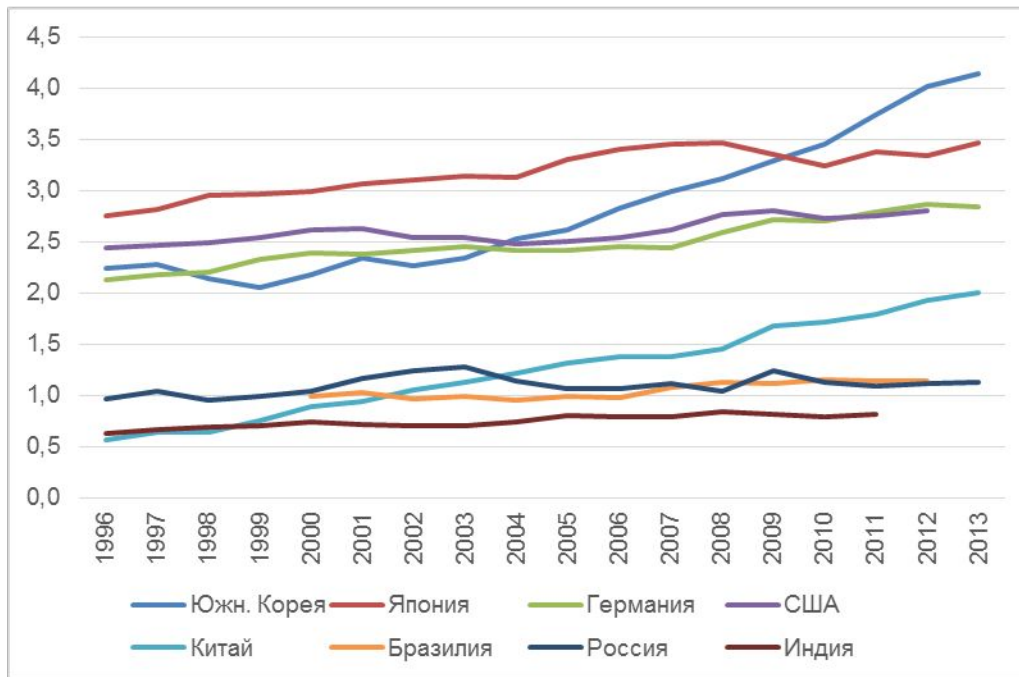
Формирование совокупных затрат на исследования и разработки по отдельным странам (расчет через мировой баланс WIOD за2011 г.)



- Страны с высоким уровнем развития (технологические лидеры) как правило имеют большую долю отечественных затрат на R&D в структуре совокупных затрат.
- Ряд стран имеющих высокие совокупные показатели R&D обладают достаточно низкой долей отечественных затрат (Польша, Чехия)
- Совокупные затраты на R&D в России не сильно отличаются от аналогичных показателей стран БРИКС.

Прямые затраты на ИиР

Прямые затраты на НИОКР в % к ВВП



•С теоретической точки зрения сочетание высоких темпов роста на протяжении продолжительного периода и устойчиво низких затрат на НИОКР по отношению к ВВП является возможными только при экономическом росте преимущественно за счет вовлечения в оборот все большего объема ресурсов без существенных качественных изменений. .

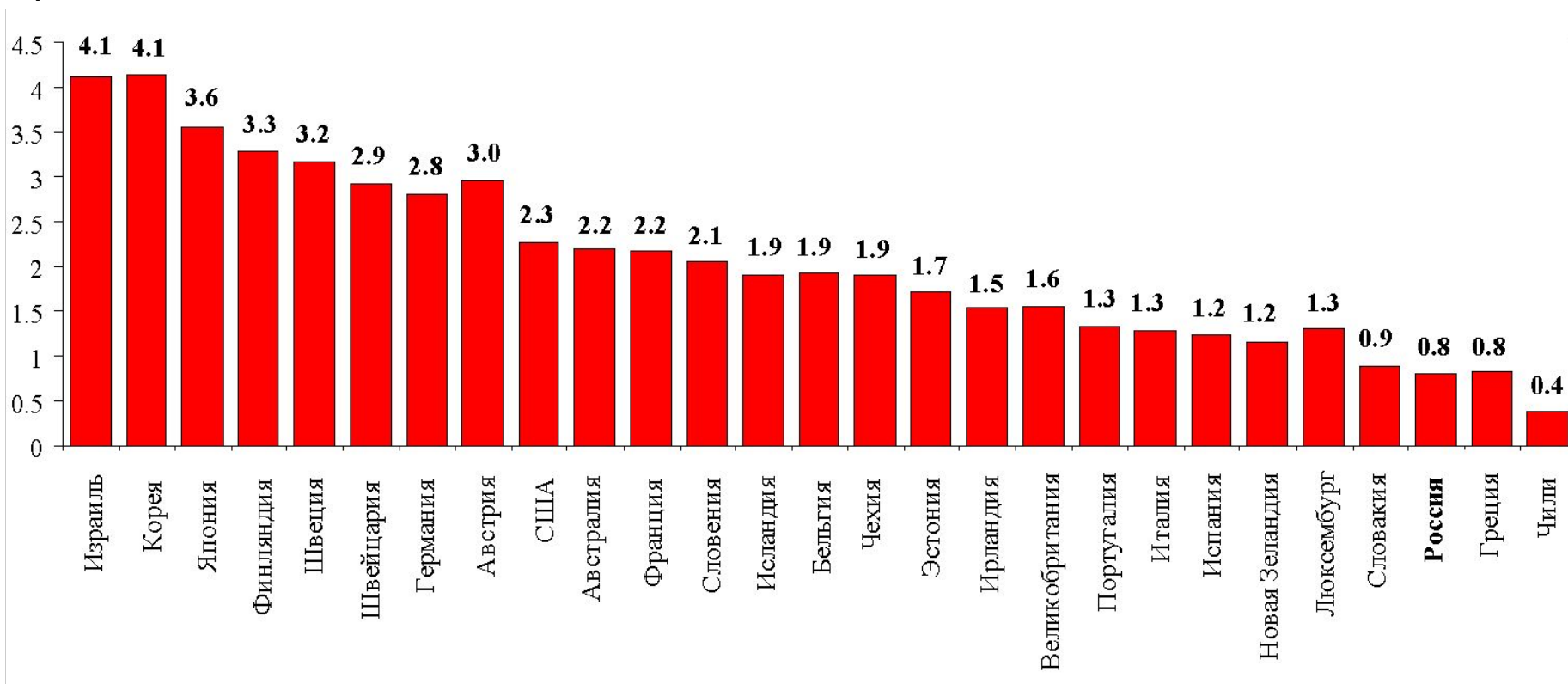
•На наш взгляд, это объясняется тем что статистика по прямым затратам на НИОКР внутри отдельных стран является неполной, и развивающиеся страны фактически потребляют существенно большие объемы результатов НИОКР, чем это следует из непосредственных данных статистики отдельных стран.

•Тезис о низком уровне инновационной активности в экономике России и других странах ЕАЭС, основывается на низкой доле прямых затрат на R&D и связывается с причинами институционального характера, отсутствием мотивации у бизнеса и государства к внедрению новых технологий и т.д.

•На наш взгляд, данная точка зрения не в полной мере соответствует фактически сложившейся в экономике ситуации, а выводы об уровне инновационной активности можно сделать только по результатам анализа всего цикла взаимодействий в контуре инновационного комплекса, в том числе и с учетом взаимоотношений с внешним миром.

Внутренние затраты на гражданские исследования и разработки в России и странах ОЭСР к валовому внутреннему продукту*

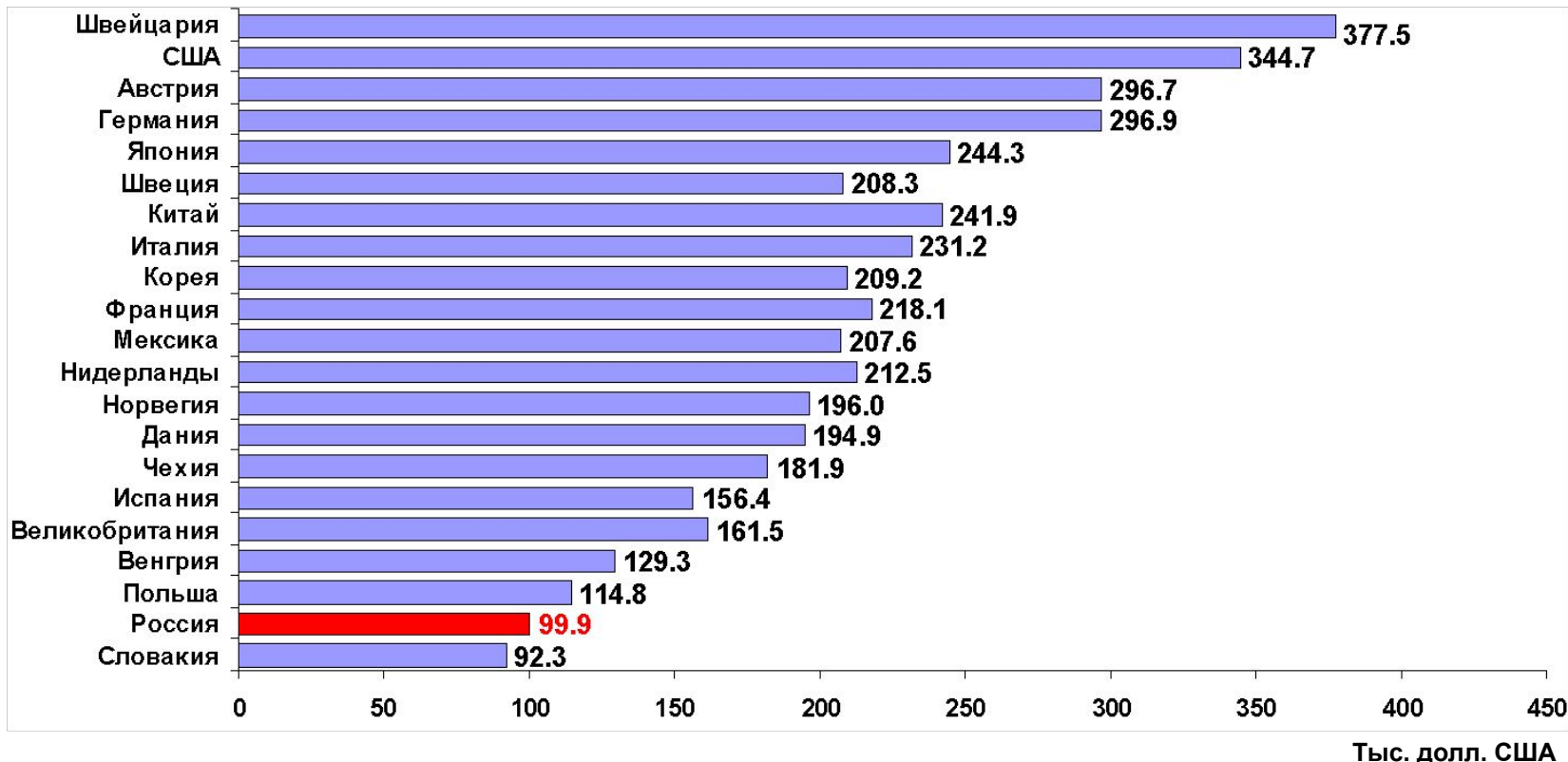
Проценты



* Данные по России представлены в оценке ИПРАН за 2014 г.; по зарубежным странам – за последний год по которому имеются данные в использованном источнике.

Источник: Россия – Росстат; зарубежные страны: OECD (2015), Main Science and Technology Indicators, № 2, Paris.

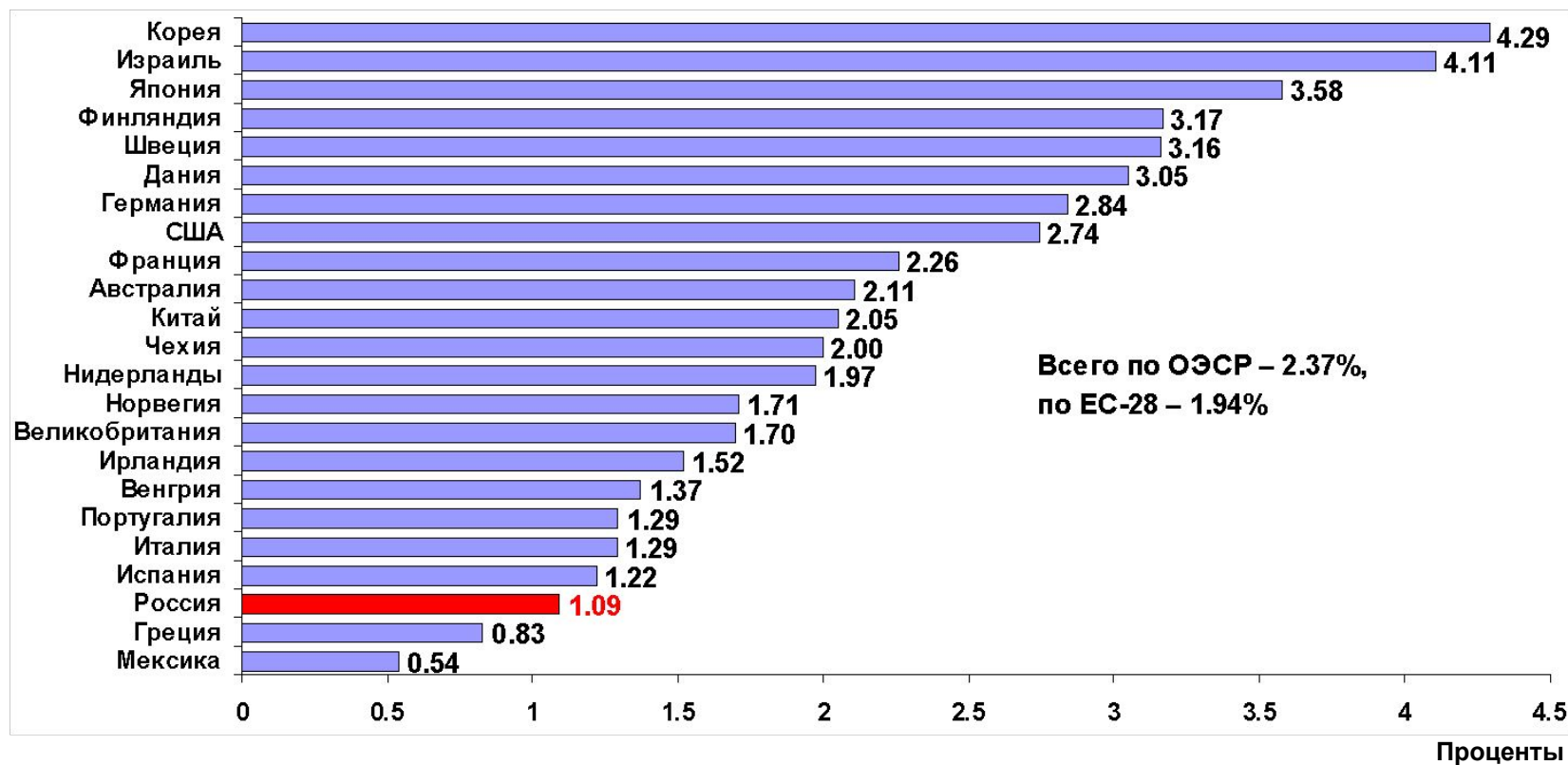
Внутренние затраты на исследования и разработки в расчете на одного исследователя*



* Данные по России представлены в оценке ИПРАН за 2014 г.; по зарубежным странам – за последний год по которому имеются данные в использованном источнике.

Источник: Россия – Росстат; зарубежные страны: OECD (2015), Main Science and Technology Indicators, № 2, Paris.

Внутренние затраты на исследования и разработки в России и странах ОЭСР в процентах к валовому внутреннему продукту



* Данные по России представлены в оценке ИПРАН за 2014 г.; по зарубежным странам – за последний год, по которому имеются данные в использованном источнике.

Источник: Россия – Росстат; зарубежные страны: OECD (2015), Main Science and Technology Indicators, № 2, Paris.

Показатели патентной активности

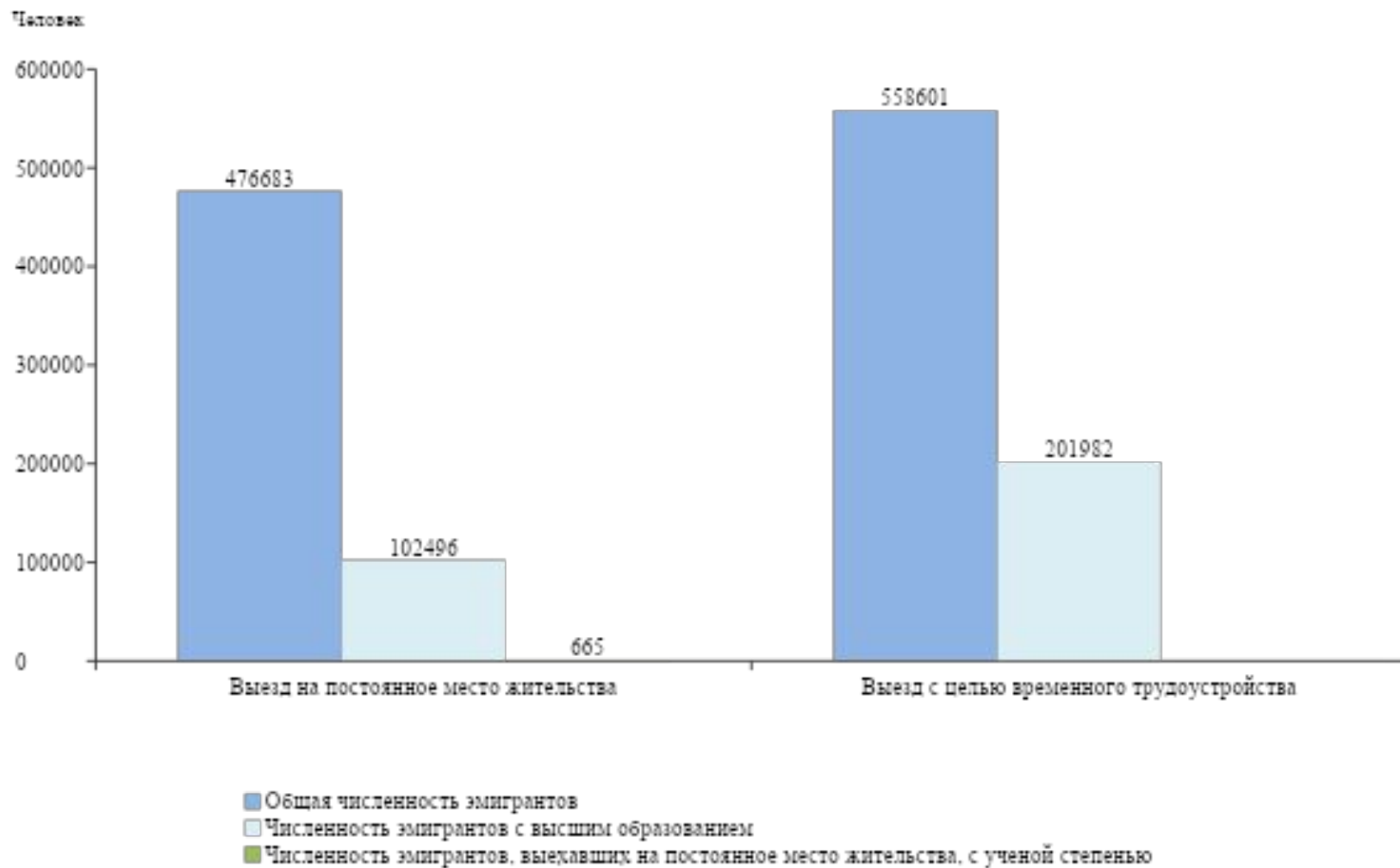


* Число российских патентных заявок на изобретения, поданных в стране, в расчете на 10 000 населения.

** Соотношение числа российских и всех поданных в России патентных заявок на изобретения.

*** Соотношение числа иностранных и российских патентных заявок на изобретения, поданных в стране.

Эмиграция из России в 2002 –2010 гг.



Организации, выполняющие исследования и разработки, по типам

	1991	2012	2013	2014	Изменение за 1991-2014 гг.
Всего	4564	3566	3605	3604	Снижение в 1,3 раза
Научно-исследовательские организации	1831	1744	1719	1689	Снижение в 1,1 раза
Конструкторские бюро	930	338	331	317	Снижение в 2,9 раза
Проектные и проектно-изыскательские организации	559	33	33	32	Снижение в 17,5 раза
Высшие учебные заведения	450	560	671	700	Рост в 1,6 раза
Промышленные предприятия	400	274	266	275	Снижение в 1,5 раза
Прочие	394	617	585	591	Рост в 1,5 раза

Цели и задачи развития российской науки

Стратегическая цель государственной политики в области науки -

выход к 2025 г. на мировой уровень НИОКР на направлениях, определенных национальными научно-технологическими приоритетами.

Главные задачи:

- требуется экстренное определение долгосрочных целей российской науки, разработка национально ориентированной модели ее организации и функционирования;
- укрепление роли государства в развитии отечественной фундаментальной и прикладной науки;
- адекватное финансовое и ресурсное обеспечение науки (прежде всего фундаментальной);
- создание целостной системы управления научно-инновационным циклом, сопряженной с механизмом бюджетного финансирования и косвенного стимулирования;
- формирование спроса на отечественные научные результаты;
- использование научной экспертизы при разработке и реализации государственной политики;
- поддержка престижа науки и ее положения в обществе как основы мировоззрения населения;
- формирование механизмов обеспечения эффективного взаимодействия науки и образования. (Необходимо одновременно увеличить образовательную компоненту в научных институтах, а исследовательскую в университетах).

Главные задачи (продолжение):

- возрождение отечественной прикладной науки в условиях современной России, на основе использования эффективных форм государственно-частного партнерства в инновационной сфере, различных методов стимулирования трансфера научных результатов в производство (государственные закупки, налоговые льготы, поддержка малого и среднего наукоемкого бизнеса и т.п.), результативной деятельности институтов развития;
- становление вузовской науки современного уровня как новой мощной составляющей национального научного и инновационного потенциала, усиление вклада научной базы вузов в удовлетворение спроса экономики на квалифицированные кадры;
- укрепление академического сектора науки, его переоснащение и создание условий для нормального воспроизводства кадрового потенциала;
- активизация междисциплинарных, межотраслевых и межсекторных исследований, укрепление научного сообщества как значимой социальной силы, углубление внутренней и внешней кооперации в научно-инновационной сфере;
- придание науке функции интегратора различных видов знания, стимулирование симбиоза естественно-научного, технического и социогуманитарного знания;
- разработка новой институциональной модели развития науки (научное обеспечение управленческих решений, обработка масштабных информационных массивов, распределенное финансирование и т.п.);
- интеграция науки в территориальные инновационные кластеры;
- рациональное сочетание поддержки результативных ученых и научных коллективов с обеспечением средовых условий научного творчества;
- разработка механизмов оценки научной деятельности, объединяющих экспертные, экономические и библиометрические подходы.

Главные задачи (продолжение):

- возрождение отечественной прикладной науки в условиях современной России, на основе использования эффективных форм государственно-частного партнерства в инновационной сфере, различных методов стимулирования трансфера научных результатов в производство (государственные закупки, налоговые льготы, поддержка малого и среднего наукоемкого бизнеса и т.п.);
- становление вузовской науки как новой мощной составляющей национального научного и инновационного потенциала, усиление вклада научной базы вузов в удовлетворение спроса экономики на квалифицированные кадры;
- укрепление академического сектора науки, его переоснащение и создание условий для нормального воспроизводства кадрового потенциала;
- активизация междисциплинарных, межотраслевых и межсекторных исследований, укрепление научного сообщества как значимой социальной силы, углубление внутренней и внешней кооперации в научно-инновационной сфере.

Направления модернизации российской науки

- возрождение отечественной прикладной науки, в том числе на основе использования эффективных в условиях современной России форм государственно-частного партнерства в инновационной сфере, различных методов стимулирования трансфера научных результатов в производство (государственные закупки, налоговые льготы, поддержка малого и среднего наукоемкого бизнеса и т.п.);
- становление вузовской науки, рост вклада научной базы вузов в удовлетворение спроса экономики на квалифицированные кадры;
- усиление внимания государства к фундаментальной науке, материальной базы академических институтов, переоснащение и создание условий для нормального воспроизводства их кадрового потенциала;
- активизация междисциплинарных, межотраслевых и межсекторных исследований, укрепление научного сообщества как значимой социальной силы, углубление внутренней и внешней кооперации в научно-инновационной сфере;
- необходима разработка новой национальной модели развития науки.

Выводы

- необходимо предусмотреть адекватное финансовое и ресурсное обеспечение науки (прежде всего фундаментальной);
- следует создать целостную систему управления научно-инновационным циклом, сопряженную с механизмом бюджетного финансирования и косвенного стимулирования;
- существует настоятельная потребность формирования спроса на отечественные научные результаты;
- государство должно широко использовать научную экспертизу при разработке и реализации государственной политики;
- следует всеми мерами поддерживать престиж науки и ее положение в обществе как основы мировоззрения населения;
- необходимо последовательно формировать механизмы обеспечения эффективного взаимодействия науки и образования.